N° 37. - Mars 1918.

20e Numéro spécial : 2

LA SCIENCE ET LA VIE

Source gallica.bnf.fr / BDIC (Bibliothèque de documentation internationale contemporaine)

LE GÉNÉRAL SIR HERBERT LAWRENCE

Le nouveau chef d'état-major des armées britanniques en France est le fils de lord Lawrence, ancien vice-roi des Indes. Avant d'être appelé à la succession du général Robertson, sir Herbert Lawrence avait occupé des postes très élevés aux armées des Dardanelles et d'Egypte; il avait joué un rôle très important dans l'évacuation de la presqu'île de Gallipoli.

Édité par
"LA SCIENCE ET LA VIE"

LE ROYAUME D'ITALIE

Numéro 37.
FÉVRIER-MARS 1918

Nº 37. # SOMMAIRE Tome XIII.

(FÉVRIER-MARS 1918)

L'essor industriel de l'Italie..	Cesare Manducci..	195
L'application de la mécanique et de l'électricité aux instruments d'optique..	De La Tour du Prey.	209
L'évolution de l'hélice propulsive des navires..	Just Caudrimont.. Ancien ingénieur des Constructions navales.	221
Les procédés de fabrication de la « chaussure nationale ».	Louis Gauby.	235
Un auto-torpilleur dirigé par les ondes hertziennes..	Max Félicet..	243
L'utilisation de la chaleur du sol..	..	246
La soudure la plus résistante est la soudure électrique..	Lucien Fournier	247
Les automobiles légères modifiées pour servir au transport des poids lourds..	Paul Meyan..	261
L'aluminium est employé aujourd'hui dans la plupart des industries..	Charles Lordier. Ingénieur civil des Mines.	269
Les progrès dans la construction des cheminées d'usines	Paul Baraton	281
Les minuteries d'escaliers..	Constantin Sospel. Ingénieur électricien.	291
Le relevage des sous-marins et des navires échoués ou coulés..	Léopold Wolfran..	303
Pour se chauffer et cuisiner sans charbon et sans gaz..	Clément Casciani..	309
Un procédé simple et pratique pour la mise à l'eau des embarcations de sauvetage..	Camille Franger.	317
Le châssis d'atterrissage d'un avion de bombardement.	..	320
Le lignite, ou houille brune, en France et à l'étranger..	Albert Chiraz..	321
Comment fut réparé le croiseur japonais « Azuma »..	..	328
Les exploitations forestières des Canadiens en France..	Clément Forget	329
Le triage mécanique des lettres à Chicago..	..	336
La production et les applications du caoutchouc	Marcel Quinaud	337
Comment sont faits les feutres des soldats américains.	Raphaël Sébillot..	353
Les moyens d'action de nos ports s'améliorent et se développent.	Alphonse Crimail..	361
Les à-côtés de la Science (inventions, découvertes et curiosités)..	V. Rubor.	365
Les opérations militaires. — La défection russe..	..	371
Un exposé du comité français de « Christian Science » en réponse au docteur Philipon..	..	380
Chronologie des faits de guerre sur tous les fronts	..	383

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs du royaume d'Italie.

La couverture de ce numéro représente une curieuse machine américaine destinée à apprendre aux élèves aviateurs les premiers éléments du vol.

CARTE MINIÈRE ET INDUSTRIELLE DE L'ITALIE

Encore plus pauvre en combustibles et en minerais que la France, l'Italie a cependant devant elle un bel avenir industriel, dû à l'abondance des chutes d'eau situées dans les hautes vallées des fleuves et des torrents qui descendent des Alpes. La sidérurgie, la métallurgie de l'aluminium, du plomb et du zinc, la fabrication des explosifs et des produits chimiques sont appelées de ce fait à prendre un grand développement chez nos voisins et alliés.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous.

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 11 francs, Etranger, 18 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Mars 1918.*

Tome XIII — Février-Mars 1918 — Numéro 37

L'ESSOR INDUSTRIEL DE L'ITALIE

Par le Chevalier Cesare MANDUCCI

Le développement économique prodigieux de l'Italie, qui a commencé vers 1887, est un exemple frappant des résultats auxquels peut atteindre un peuple à force d'énergie et de volonté.

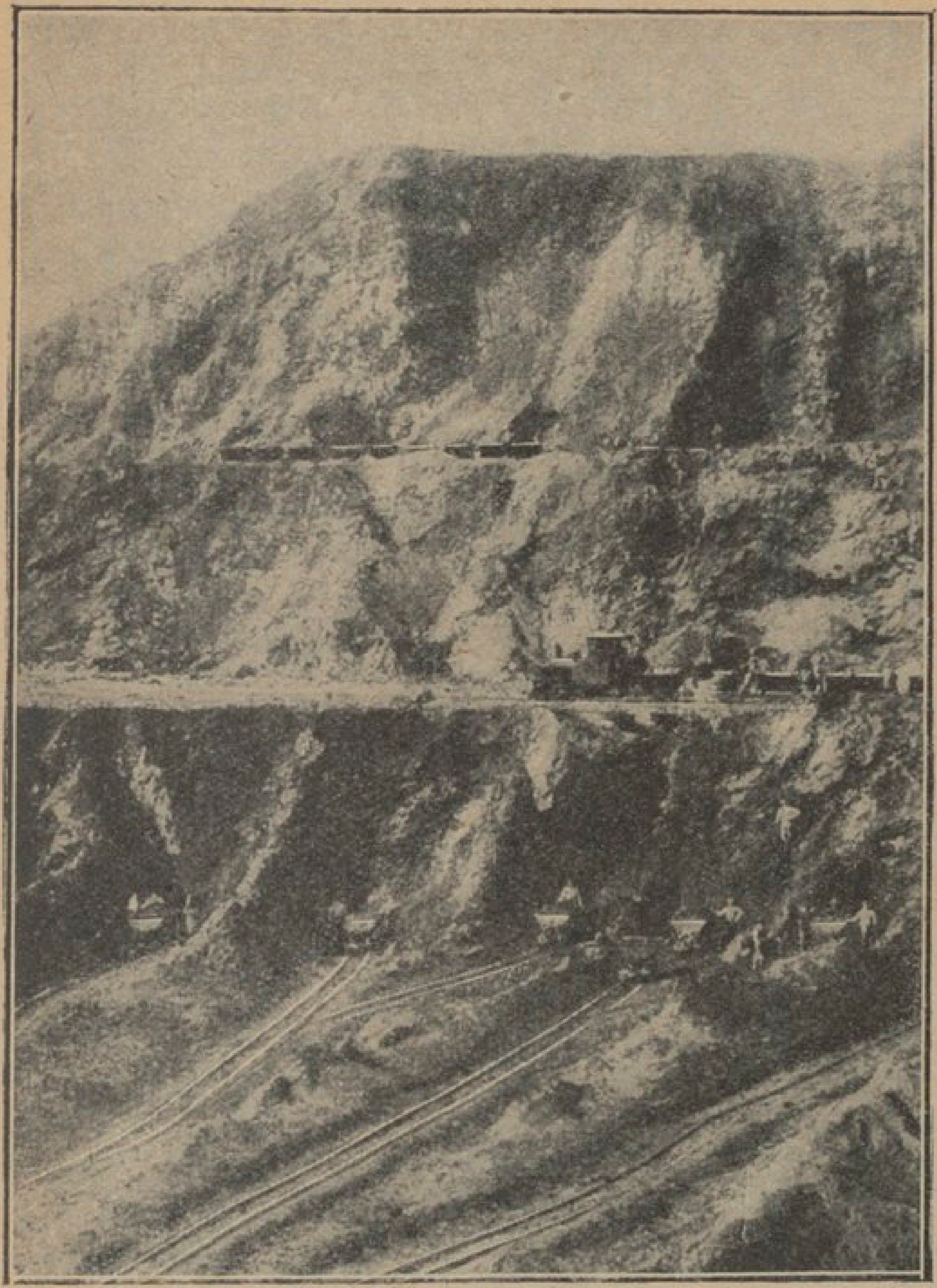
Autrefois pays essentiellement agricole, l'Italie a voulu se créer une grande industrie. Ce programme constitue, sous de nombreux rapports, un véritable défi à la nature, car la Péninsule est pauvre en charbon, en fer et en métaux ; elle ne produit ni pétrole, ni bois, ni potasse, ni coton. Jusqu'en 1914, sa balance commerciale était restée favorable à l'étranger, représenté surtout par l'Allemagne et par l'Angleterre, qui importaient à elles deux plus d'un milliard de marchandises dans la Péninsule, alors que la France était passée au troisième rang avec 332 millions, malgré l'accord commercial conclu en 1898.

L'INGÉNIEUR CAPRONI
L'un des créateurs du matériel de l'aviation italienne.

Pendant les premiers mois de la guerre, l'Italie neutre avait pu mettre à la disposition des Alliés près de mille usines, avec 450.000 ouvriers et ouvrières, utilisés surtout dans des établissements produisant des bouches à feu, des aéroplanes, des automobiles, des projectiles de tous genres, des cartouches, des produits chimiques, etc. Un autre millier d'ateliers, plus petits, occupaient 35.000 artisans des deux sexes, presque tous spécialisés dans la fabrication des obus.

Depuis l'époque précitée, la balance commerciale s'est de nouveau aggravée, et, en 1916, l'Italie n'a pas exporté 3 milliards de produits, alors que les importations dépassaient 7 milliards. En 1914, il n'y avait que 600 millions d'écart, entre les entrées et les sorties et, précédemment, la différence, qui dépassait 1 milliard au profit des importations depuis 1908, se trouvait en grande partie compensée par les dépenses des touristes étrangers dans le pays, ainsi que par les envois de numéraire faits par les émigrants établis en grand nombre dans le Nouveau-Monde. En 1916, l'Italie a acheté pour 1.100 millions de lire de marchandises à l'Angleterre à qui elle n'en expédiait que pour 400 millions. Les Etats-Unis ont vendu au royaume, la même année, pour 2.200 millions de fournitures militaires et de denrées alimentaires, alors qu'ils ne recevaient en échange que pour 250 millions de produits divers.

Malgré ces circonstances nettement défavorables, qui ont apporté un trouble profond dans le change italien, le pays n'a pas faibli dans son effort industriel.



MINES DE FER DE L'ILE D'ELBE

L'exploitation de ces riches gisements d'un fer très pur a lieu économiquement en carrière. Des wagonnets circulant sur des voies étroites servent à l'enlèvement des produits de l'abatage.

Il s'est mis en état de donner à ses armées une grande partie des canons et des munitions dont elles avaient besoin, sans oublier les aéroplanes, les camions automobiles et tout le détail des fournitures militaires. Les industriels de la Péninsule se préparent depuis longtemps en vue des luttes commerciales de l'après-guerre et ne se laissent pas effrayer par ce fait que, pour envoyer 100 francs de numéraire à Paris, il fallait payer 133 lire 40, à Milan, en octobre 1917.

L'une des plus grandes difficultés rencontrées par l'Italie — et d'ailleurs aujourd'hui en partie vaincue — consistait dans la création d'une sidérurgie importante alors que le fer et la houille manquaient presque totalement dans le pays. Pour montrer le chemin parcouru dans cet ordre d'idées, il suffit de dire que la production de fonte ne dépassait pas 25.000 tonnes par an il y a une trentaine d'années. Or, en 1912, le gouvernement a pu acheter les brevets du canon inventé par le colonel français Deport et en répartir la fabrication entre les grandes usines nationales, au lieu de commander cette artillerie à Krupp, comme autrefois, ou à d'autres firmes étrangères, comme dans les années précédentes.

On peut dire que le véritable créateur de la sidérurgie nationale fut Benedetto Brin, l'ancien ministre de la Marine, qui, au lieu d'acheter des navires de guerre à l'étranger, s'imposa comme programme de construire des cuirassés en Italie avec de l'acier italien.

Aidé par un grand industriel, M. Breda, Brin créa les Aciéries Martin de Terni, qui commencèrent à fonctionner en 1886. Pour suppléer à la houille absente, on utilisa les lignites de Spolète gazéifiés dans des gazogènes et l'on capta les eaux de la célèbre cascade delle Marmore, formée par le torrent Velino et que chanta Byron. Cette chute, qui pourrait donner 130.000 chevaux, en fournit couramment 10.000 environ aux aciéries de Terni.

Les mines de fer de l'île d'Elbe n'extraient chaque année qu'un peu plus de 500.000 tonnes, et le reste des matières premières nécessaires à la sidérurgie italienne, soit environ 400.000 tonnes, est acheté à l'étranger sous forme de riblons. Ce fait est mis en lumière par la statistique officielle qui annonçait en 1913 une production de fonte en gueuses de 427.000 tonnes, alors que les aciéries de la Péninsule fabriquaient 846.000 tonnes de rails, de blindages, de tôles et de produits divers.

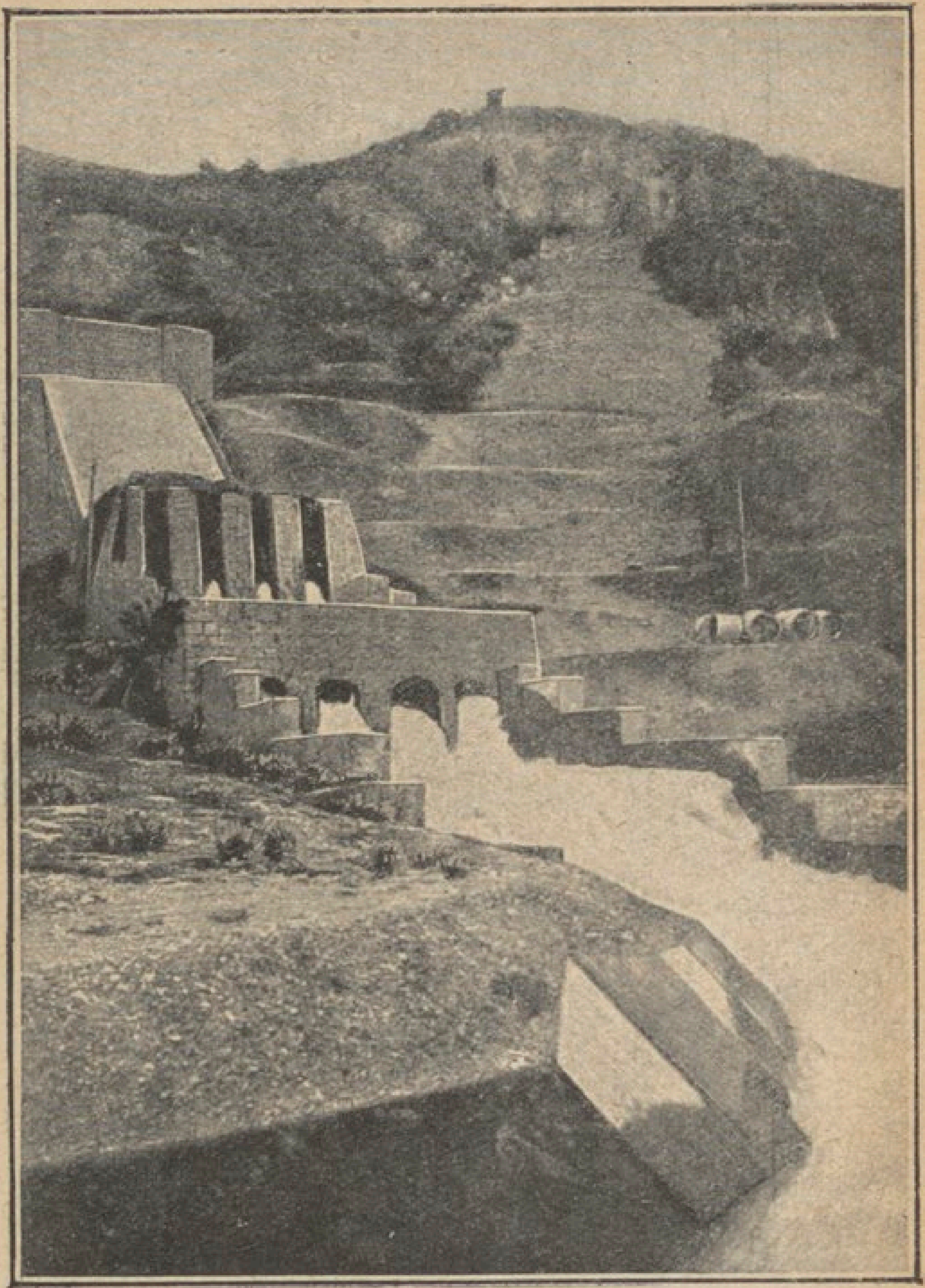
L'aciérie d'Etat de Terni n'a jamais été, jusqu'ici, une brillante affaire financière, mais elle fut le point de départ d'une industrie florissante que l'on a bien souvent qualifiée d'artificielle, mais qui, depuis l'entrée en guerre de l'Italie, a démontré victorieusement le contraire.

En 1902, la Société sidérurgique l'Elba, installée en 1889 à Portoferrajo (île d'Elbe), fut revendue à la Société sidé-

rurgique de Savone, succursale de Terni, et en 1916 ce groupement a réalisé un peu plus de 10 millions de bénéfices.

Un cartel signé en 1911 a réuni les usines de la Magona d'Italia à Porto Vecchio di Piombino, et la Société l'Ilva, à celle de Savone ainsi qu'à la Société métallurgique de Sestri Ponente et aux Ferriere Italiane de Voltri. C'est là, en réalité, un véritable trust qui est dirigé par la Société Ilva et dont les produits sont vendus par un comptoir central organisé à Milan sous le nom de *Societa Ferro e Acciaio.*

L'industrie mécanique, sous toutes ses formes, s'est rapidement développée en Italie depuis une dizaine d'années, car elle est alimentée par des besoins importants résultant de l'entretien d'une flotte imposante, d'une armée organisée sur le principe du service obligatoire, d'un réseau ferré étendu, et enfin d'une industrie électrique qui est devenue déjà extrêmement puissante.



INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DU CELLINA

Le torrent Cellina alimente deux stations de 21.000 chevaux chacune appartenant à la Société italienne des Forces hydrauliques de la Vénétie, qui compte plus de 65.000 chevaux en service.

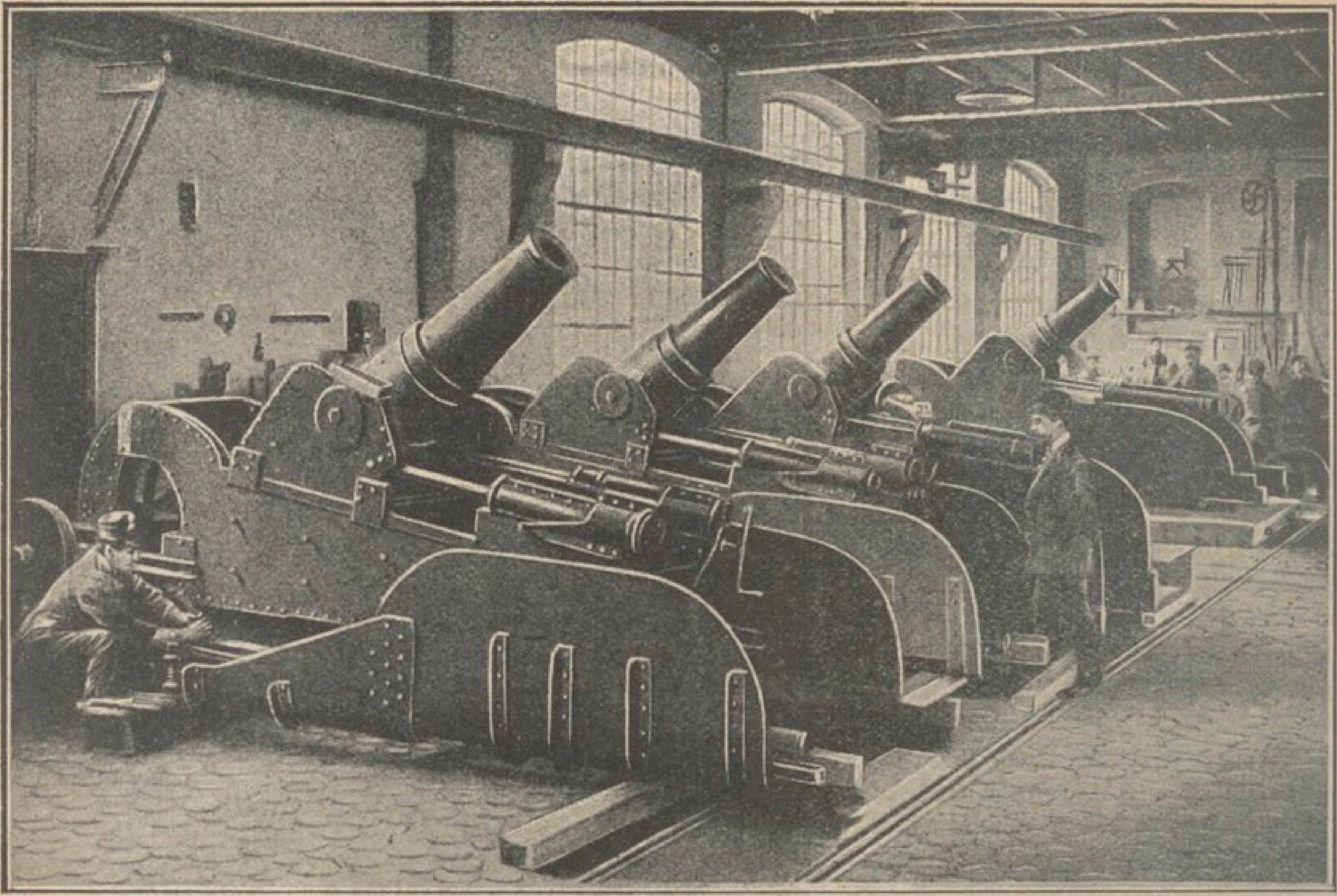
Aux arsenaux de l'Etat, installés à la Spezia, à Venise, à Tarente, se joignent d'importants chantiers privés qui fournissent à la flotte italienne des navires entièrement équipés et armés. La guerre actuelle a trouvé les chantiers navals de Gênes, connus sous le nom de Gio Ansaldo, en pleine transformation et occupant déjà 12.000 ouvriers, y compris les aciéries de Cornigliano-Ligure. Aujourd'hui, cette organisation métallurgique et mécanique, dirigée par MM. Pio et Mario Perrone, est une des plus perfectionnées de l'Europe ; elle emploie plus de 35.000 hommes et peut fournir des cuirassés complets, y compris l'artillerie et les munitions de tous calibres. Les nouvelles aciéries de ces usines sont montées en vue d'une production d'après-guerre de 300.000 tonnes par an.

De grandes firmes métallurgiques anglaises telles que les maisons Armstrong et Vickers se sont intéressées dans la création de chantiers navals et d'ateliers d'artillerie en Italie, notamment à Pouzzoles, à La Spezia et à Livourne, pendant que d'autres constructeurs nationaux ou étrangers s'installaient à Naples ou dans d'autres ports italiens : Orlando à Livourne et Odero à Sestri Ponente.

Sous l'influence des subventions et des primes, la marine marchande, qui comptait, en 1887, 237 vapeurs jaugeant 144.328 tonneaux, possédait à la veille de la guerre, 1.443.360 tonnes. A la fin de 1916, l'effectif des steamers italiens atteignait 456 unités (1.713.729 tonnes), dont 35 magnifiques navires transatlantiques de 5.000 tonnes en moyenne.

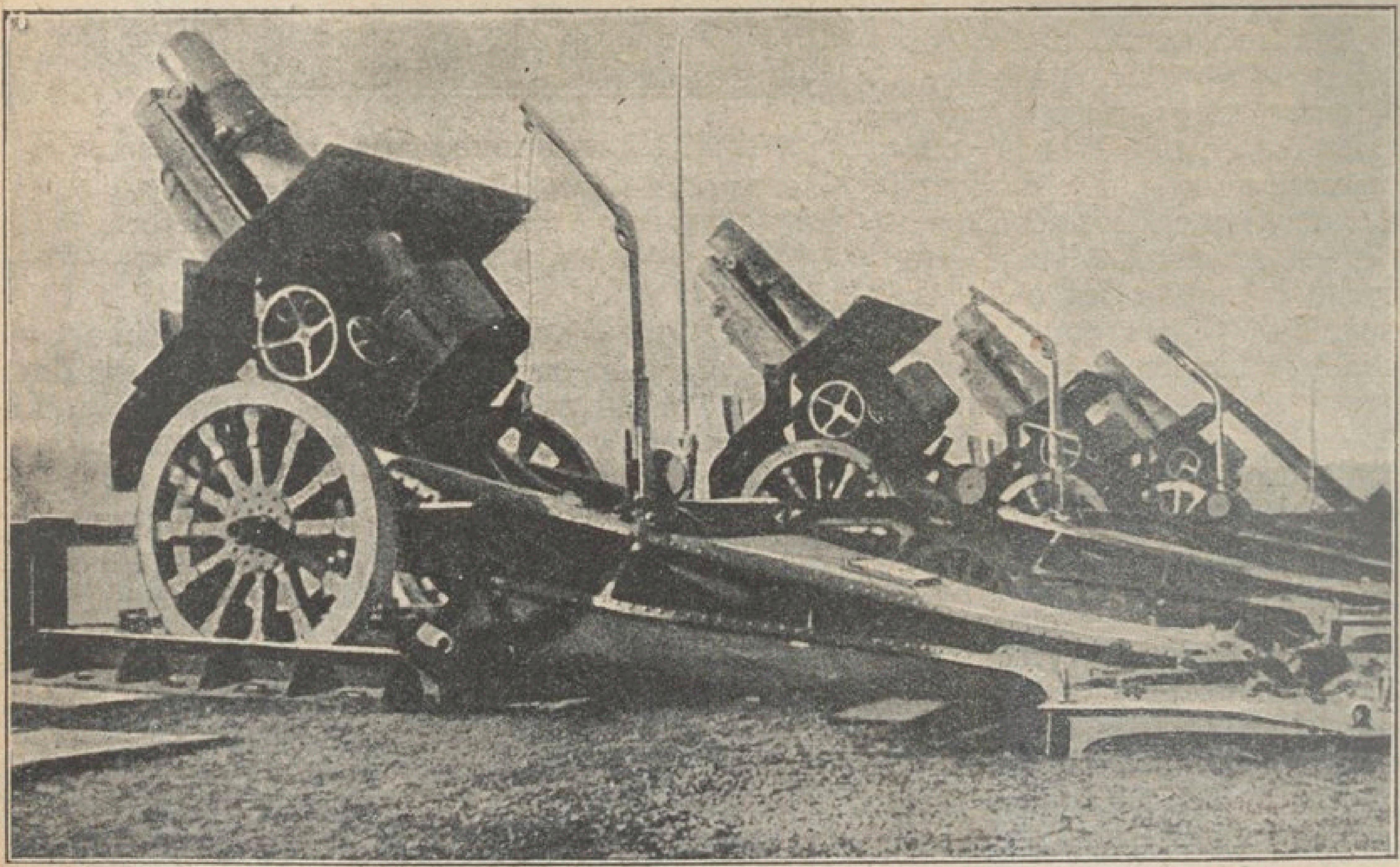
Le Comité des Armateurs et le gouvernement se sont préoccupés des nécessités maritimes de l'après-guerre et poursuivent l'exécution d'un vaste programme comprenant la création d'un tonnage suffisant pour les exigences du trafic.

La propriété des navires serait subdi-



MONTAGE DES AFFUTS D'UNE BATTERIE DE MORTIERS ITALIENS DE 210 MILLIMÈTRES

Ces pièces, d'un type tout à fait moderne, sont munies de tous les perfectionnements qui caractérisent aujourd'hui les canons et les obusiers : frein hydraulique, remise en batterie automatique, etc.

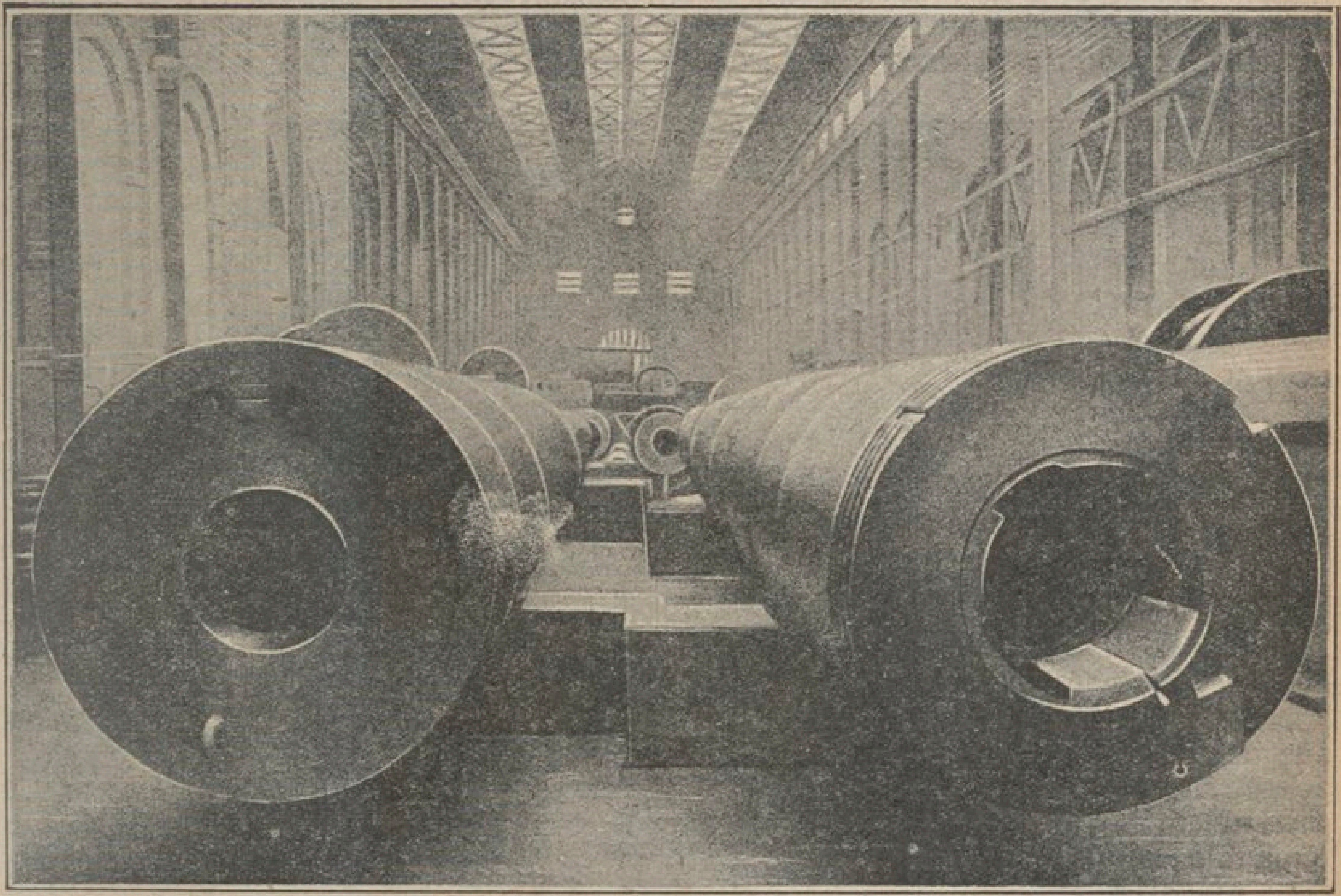


BATTERIE DE MORTIERS ITALIENS DE 260 MILLIMÈTRES SUR LE POLYGONE D'ESSAIS

L'artillerie lourde du front de nos alliés est fournie par les usines nationales, notamment les mortiers de 210 et de 260 millimètres qui arment les positions que les armées du roi Victor-Emmanuel défendent si héroïquement dans la montagne contre les Austro-Allemands.

visée et rendue ainsi accessible même aux petites bourses, le cabotage serait exclusivement réservé à la marine nationale et on intensifierait les transports maritimes grâce à des réductions spéciales accordées par les administrations de chemins de fer.

Enfin, répondant aux désirs de la Fédération des Armateurs, plusieurs grandes compagnies de navigation : Veloce, Navigazione Generale Italiana, Lloyd Italiana, Italia-America, ont constitué, en 1916, la Banque de Crédit Maritime, au capital de 100 millions, réservée aux besoins de l'industrie navale.



DEUX CANONS DE 381 MILLIMÈTRES DESTINÉS A L'ARMEMENT D'UN CUIRASSÉ ITALIEN

Les pièces de ce calibre sont fournies à l'Amirauté par plusieurs puissantes usines telles que les Aciéries Gio Ansaldo, à Corniglione-Ligure, et les établissements Armstrong, à Pouzzoles.

Il existe actuellement plus de vingt compagnies de navigation italiennes qui, avant la guerre, reliaient régulièrement les ports de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud, ainsi que tous ceux de la Méditerranée aux grandes places maritimes italiennes, admirablement outillées : Gênes, Naples, Livourne, Messine, Palerme, Brindisi, Venise.

Les anciennes sociétés ont augmenté considérablement leur capital initial et de nouvelles entreprises ont été récemment fondées notamment la Transoceanica de Naples et la Societa di Navigazione Armatori Riunite, toutes deux au capital de 100 millions. La Navigazione Generale Italiana a porté son capital à 120 millions et la Nazionale di Navigazione a augmenté le sien de 60 à 150 millions. L'Italia America, qui dispose de 40 millions, possède notamment deux navires de 28.000 tonnes : le *Giulio-Cesare* et le *Duilio*, ce dernier lancé en janvier 1916 par les chantiers Gio Ansaldo, de Gênes. En résumé, la marine italienne, qui était au huitième rang pour les vapeurs en 1914, se rapproche de plus en plus de celles des plus grandes puissances navales du monde.

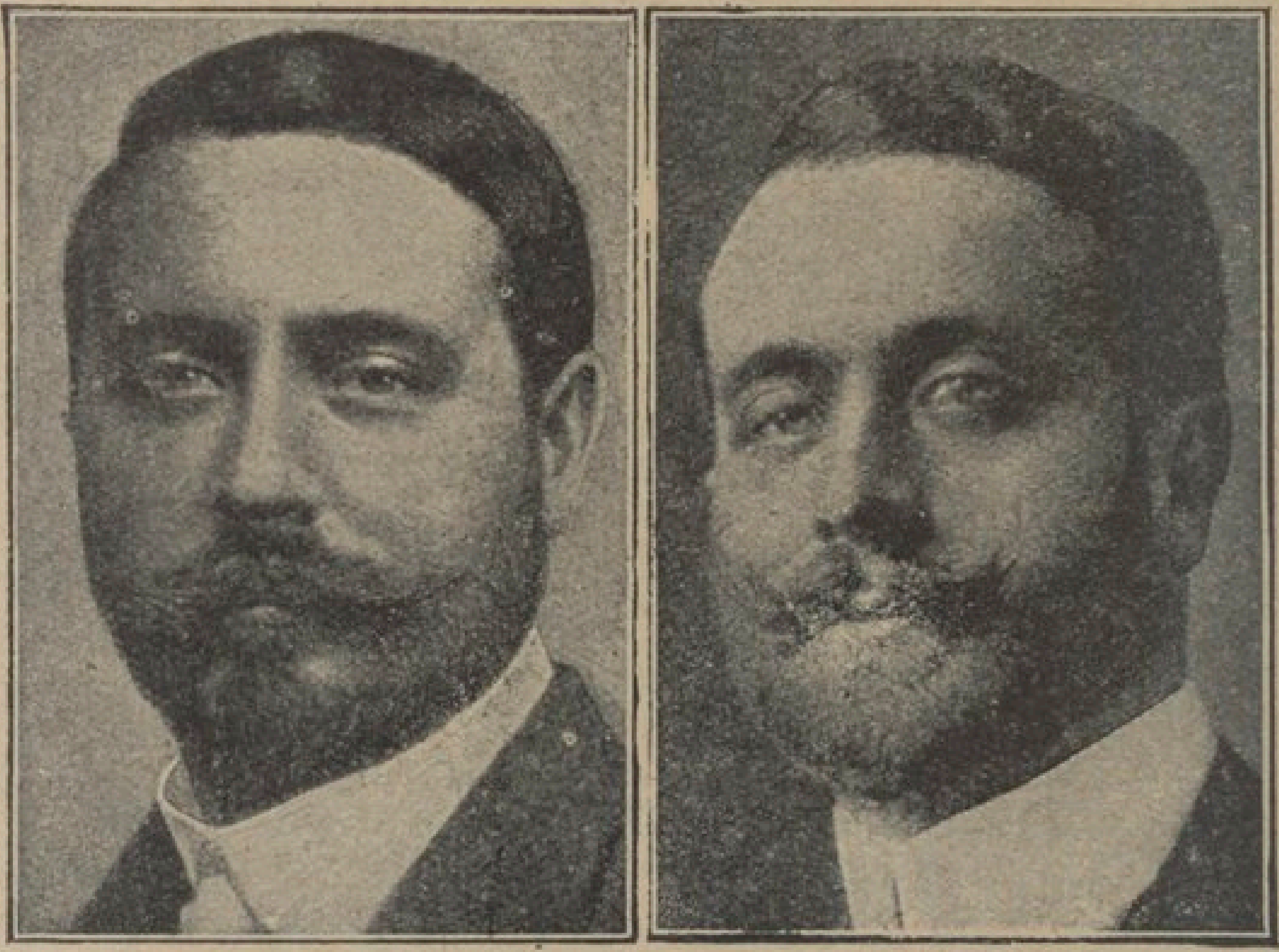
Parallèlement à cet effort, il faut citer le développement des chantiers navals, qui n'est pas moindre que celui des compagnies de navigation. Les constructions, qui s'étaient abaissées à 31.253 tonnes en 1915, se sont relevées à 63.000 tonnes pour 1916, et, au 1er août 1917, il y avait en chantiers 27 vapeurs jaugeant 133.193 tonneaux, dont 20 de plus de 5.000 tonnes et un de 10.500 tonnes.

La construction du matériel de chemin

de fer a pris, de même, un grand développement, surtout à Gênes et à Milan, où se trouvent les ateliers Ernesto Breda, spécialisés autrefois dans la fourniture des locomotives et du matériel roulant, mais qui s'adonnent aujourd'hui à la fabrication en grand des moteurs d'aviation, des canons et des obus. Cette firme a gagné, en 1916, 3.322.000 francs. L'Officine Meccaniche a, de même, réalisé un bénéfice de 3.760.000 francs.

L'esprit entreprenant des industriels italiens devait être tenté fatalement par l'attrait des fabrications automobiles, car elles provoquèrent dans le pays une fièvre qui devait aboutir à une crise financière assez sérieuse.

En 1904, il existait dans la péninsule deux sociétés de constructions d'automobiles. Il y en avait trente-deux en 1907, avec un capital d'environ 70 millions. Aujourd'hui, cette industrie s'est concentrée presque entièrement à Turin, où elle occupait avant la guerre sept mille ouvriers sur un total de douze mille. Les grandes marques italiennes sont bien connues du public français, qui a suivi et encouragé leur développement. La F.I.A.T., l'Itala et la S.P.A. comptent, en effet, parmi les importantes fabriques européennes dont les produits sont le plus répandus à l'étranger.



MM. PIO ET MARIO PERRONE

Directeurs des chantiers de constructions navales et des ateliers d'artillerie de la Société Ansaldo, à Gênes.

M. Agnelli, un ancien officier de l'armée italienne, est aujourd'hui à la tête des usines F.I.A.T. à Turin (Fabrica Italiana Automobili Torino), qui fournissent à l'armée italienne 80 camions par jour, plus nombre de moteurs d'avions et d'automobiles, sans compter les moteurs marins à huile lourde et le matériel naval construit par les chantiers San Giorgio dans lesquels la Société F.I.A.T. est intéressée, de même que la firme Ansaldo. L'ancien capital de 17 millions est devenu tout à fait insuffisant pour réaliser les plans gigantesques de M. Agnelli, dont la nouvelle et vaste usine pourra livrer 300 véhicules par jour. En 1916, les bénéfices réalisés par la F.I.A.T. ont dépassé 42 millions de lire.

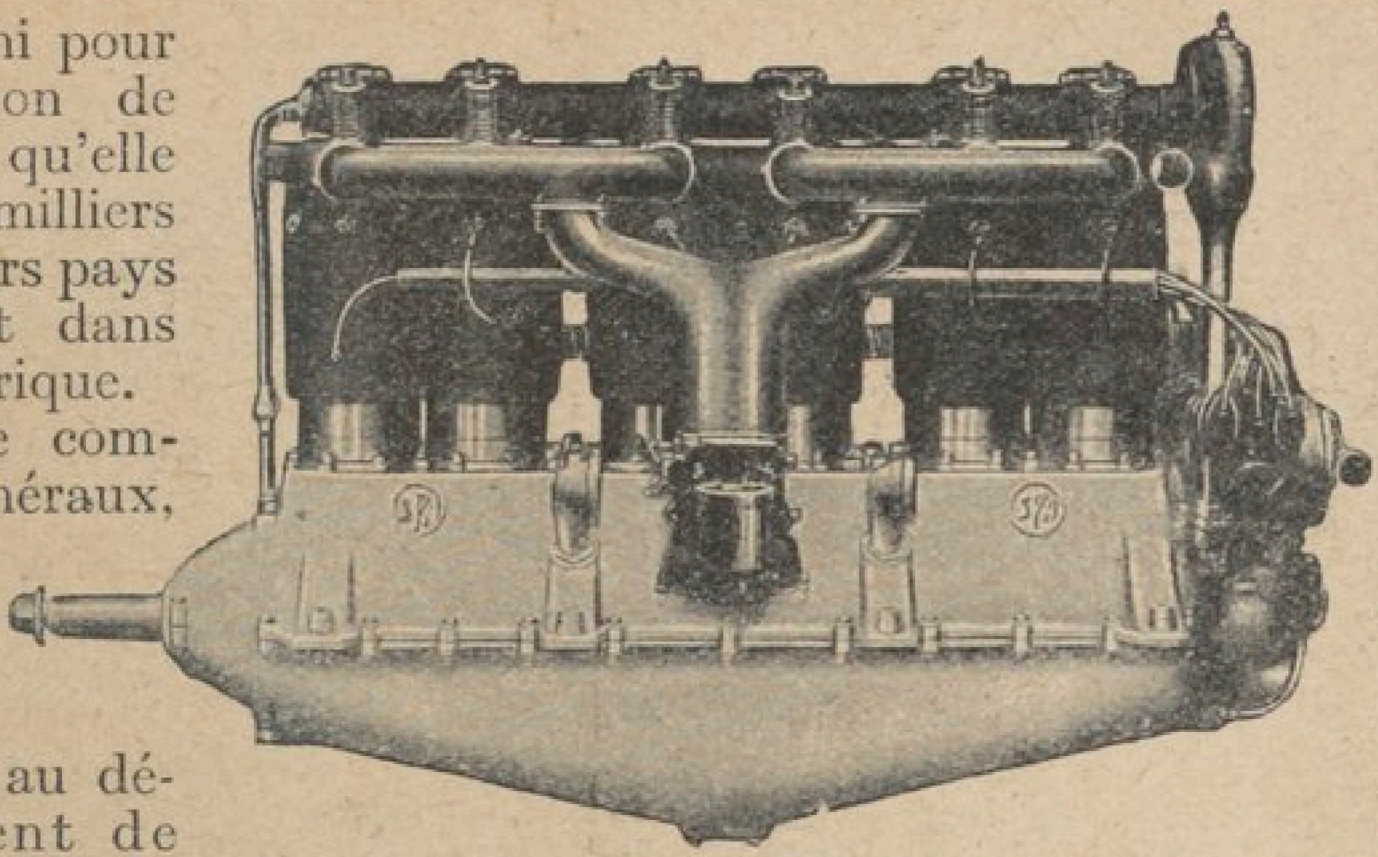
La Société Piémontaise Automobile (S.P.A.), qui a acheté les usines de l'Aquila Italiana, a gagné, en 1916, 2.450.000 francs ; elle s'occupe principalement de la fabrication des camions, des omnibus et des autocars automobiles. Il existe en Italie deux grandes fabriques de pneumatiques. L'une est la Maison Pirelli, dont le chef est bien connu en France, l'autre est une succursale des usines Michelin.

L'aviation italienne a pris un rapide essor grâce à l'initiative de l'Industrie Aviatorie Meridionali de Naples, de la Societa anonima Construzioni Aeronautiche Savoia, de l'Agenzia Generale forniture aeronautiche et de la S.T.A.J., qui construit spécialement des hydroplanes. L'ingénieur Caproni et ses collègues ne se contentent pas d'avoir doté l'armée italienne d'excellents avions, ils projettent des services publics aériens: Naples-Palerme, et d'autres, reliant les ports de la Péninsule aux îles méditerranéennes et à Tripoli de Barbarie. Le manque de pétroles nationaux pousse les chercheurs italiens vers les champs pétrolifères du Sud-Amérique, afin de pouvoir libérer complètement le pays des exigences russes et nord-américaines.

Les industries mécaniques ne sont pas les seules qui se soient développées en Italie. Les maisons Pirelli de Milan et Tedeschi de Turin ont une importance considérable comme fabricants de câbles électriques. La Société Marelli occupe 1.400 ouvriers dans son usine de Sesto

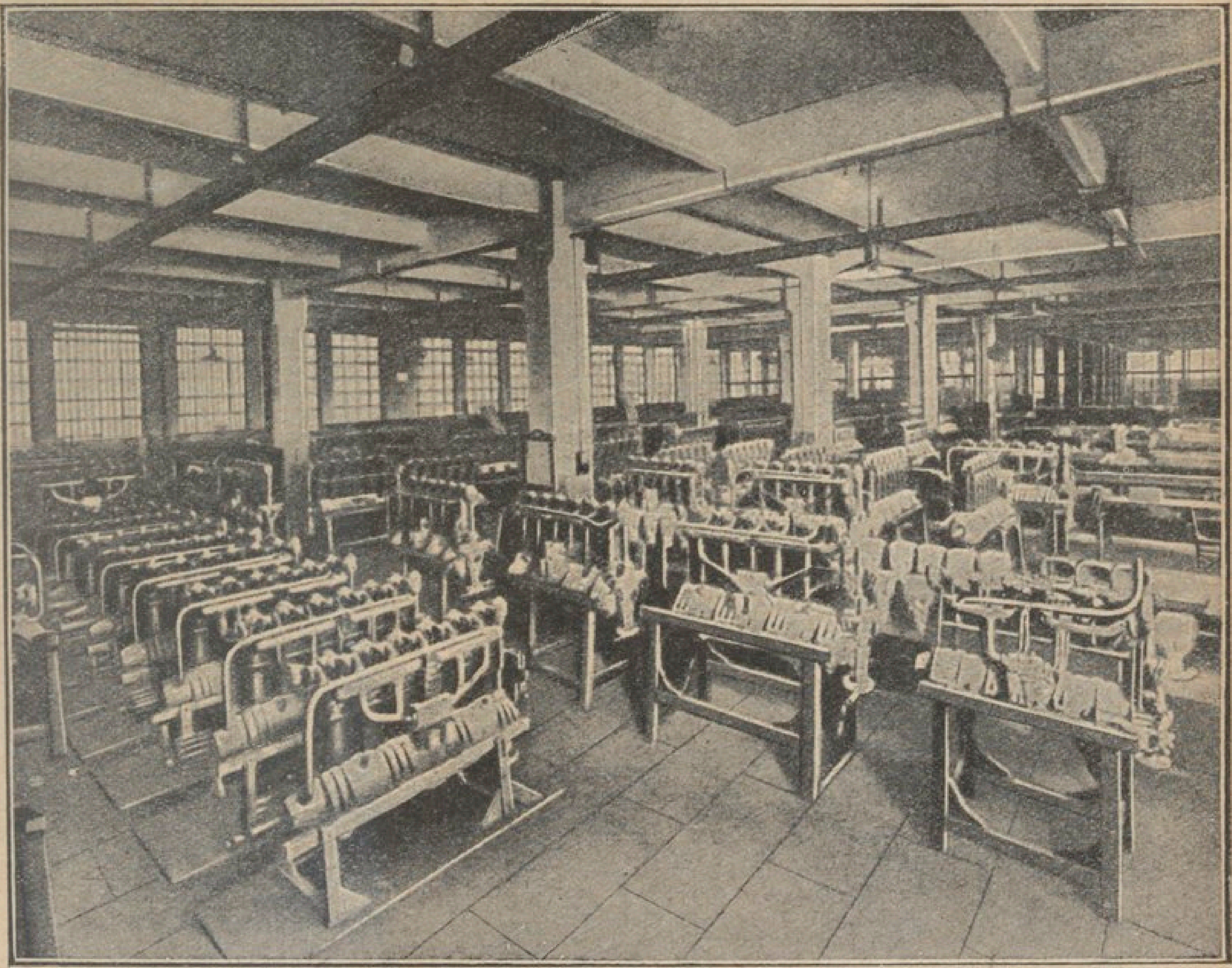
San Giovanni pour la production de ventilateurs qu'elle exporte par milliers dans les divers pays d'Europe et dans le Sud-Amérique.

Privée de combustibles minéraux, l'Italie devait plus que tout autre pays s'intéresser au développement de l'emploi de la houille blanche. On sait que le pays n'a pu actionner ses usines de guerre qu'en utilisant ses lignites, dont la production est assez faible, et surtout en achetant à prix d'or des charbons anglais ou américains, bien que leur transport constituât une entreprise très aléatoire par suite des nombreuses catastrophes occasionnées par les attaques de sous-marins ennemis. Il faudrait, après la guerre, que l'Italie disposât de plus de dix millions de tonnes de houille à bon marché. Cette espérance est chimérique, mais ce qui l'est moins, c'est l'utilisation actuelle ou prochaine des nombreuses chutes d'eau existantes ou à créer sur le cours supérieur des torrents et des fleuves alpins. On estime à 6.500.000 chevaux ces forces hydrauliques, dont une grande partie est déjà aménagée, car l'Italie du Nord est fière, à juste titre, de ses installations de transport d'énergie électrique. Parmi les plus importantes, figurent les

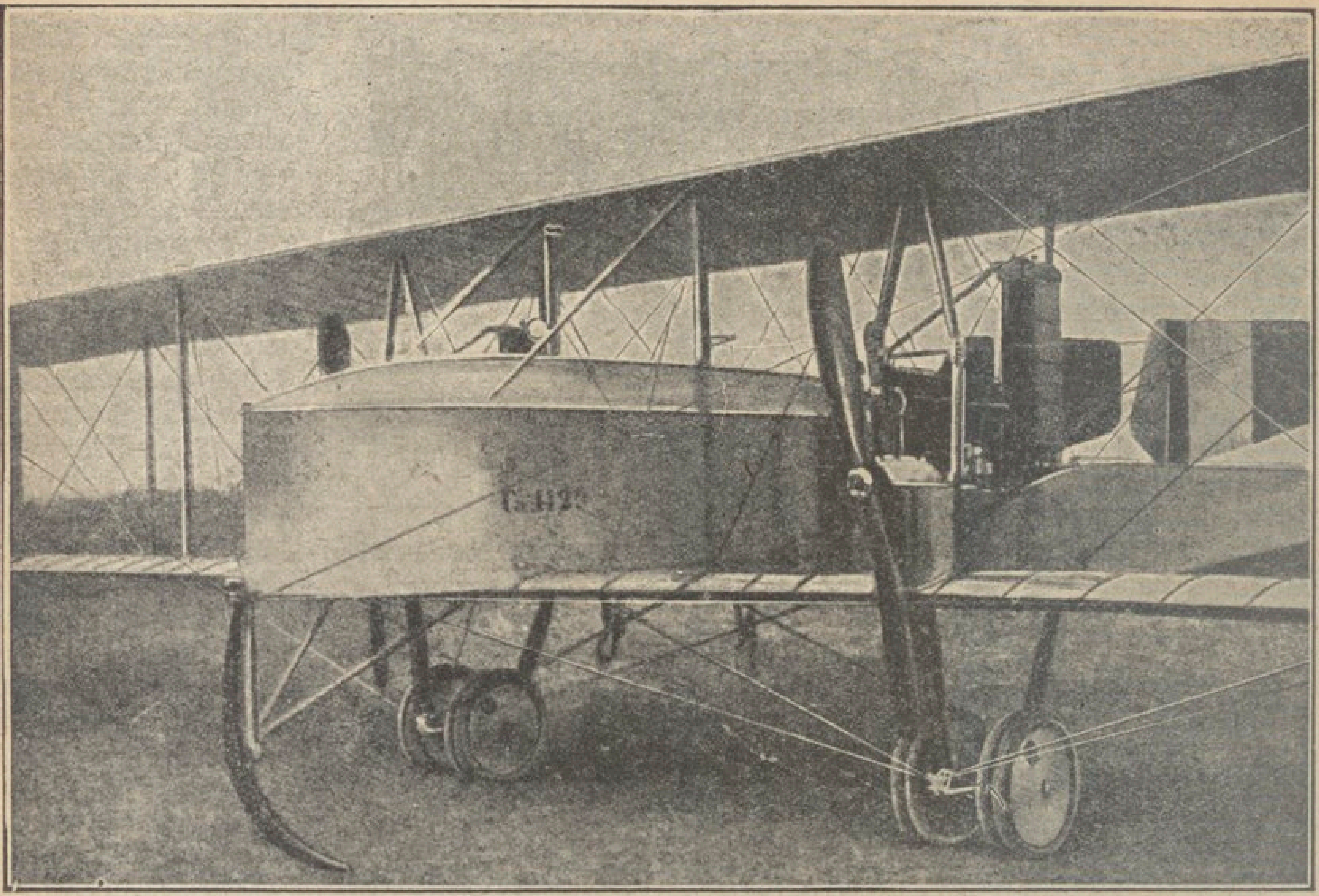


LE MOTEUR D'AVIATION ITALIEN « S. P. A. »

Ce moteur a battu les records de vitesse du monde sur les parcours Turin-Udine et retour en cinq heures, et Turin-Rome en deux heures cinquante minutes.



ATELIER DE REVISION DES MOTEURS D'AVIATION, AUX USINES « F. I. A. T. », A TURIN



UN DES FAMEUX « CAPRONI » DES ESCADRILLES DE CHASSE DE L'AVIATION ITALIENNE

Centrales, construites très rapidement par les chemins de fer de l'Etat en vue de l'équipement électrique des lignes Milan-Varese-Porto-Ceresio, Bussoleno-Bardonnèche, Bardonnèche-Modane, Savone-San Giuseppe et Lecco-Monza.

On a également électrifié la ligne des Giovi, longue de 19 kilomètres, qui relie le port de Gênes à l'Italie du Nord, et des études ont été faites pour l'application du nouveau mode de traction sur la grande ligne de Savone à Sampierdarena. La ville de Turin, dont les usines occupaient avant la guerre plus de 90.000 ouvriers, a pu, grâce à la loi de 1903, autorisant la municipalisation des services publics, consacrer 15 millions aux travaux d'utilisation des forces motrices de la Doire dont les eaux alimentent la Centrale de Chiomonte. Cette usine de 8.500 chevaux n'est rien en comparaison de celles de la Société Edison de Milan, de la Société Lombarde et de la Société Conti, qui, à elles seules, distribuaient en 1914 plus de 250.000 chevaux. La maison Negri a transformé toute la région de Coni par la mise en valeur des forces hydrauliques de la Roja, qui fournissent l'énergie et la lumière nécessaire aux villes de la Riviera italienne, depuis Vintimille jusqu'à Savone. C'est une des plus intéressantes entreprises de la Péninsule.

La Forze Motrice dell'Anza empruntait 8.000 chevaux à l'Anza et possédait un vaste réseau de lignes électriques dans la province de Novare. Elle a absorbé le Dinamo, qui possédait à Varzo une grande usine hydro-électrique alimentée par les torrents Diveriac et Lairasca. La force d'environ 20.000 chevaux obtenue assure d'importants services, et, notamment, la traction électrique sur la totalité du réseau du chemin de fer de Varese.

De son côté, la société Adriatica di Elettricita a porté son capital à 60 millions, afin de procéder à la constitution de la nouvelle Société Idroelettrica Veneta, qui a émis pour 40 millions d'actions.

L'Imprese Elletriche Conti poursuit une évolution prospère et l'Elettrica Bresciana est un des meilleurs exemples du développement rapide de l'industrie électrique en Italie. Son capital, de 4 millions en 1905, atteignait 25 millions en 1916, et cette importante société a émis dernièrement pour 8 millions de lire d'obligations 5 ½ % à 500 francs.

La Nazionale per Imprese Elettriche de Milan a pris une grande extension. Par suite de l'absorption de la Société

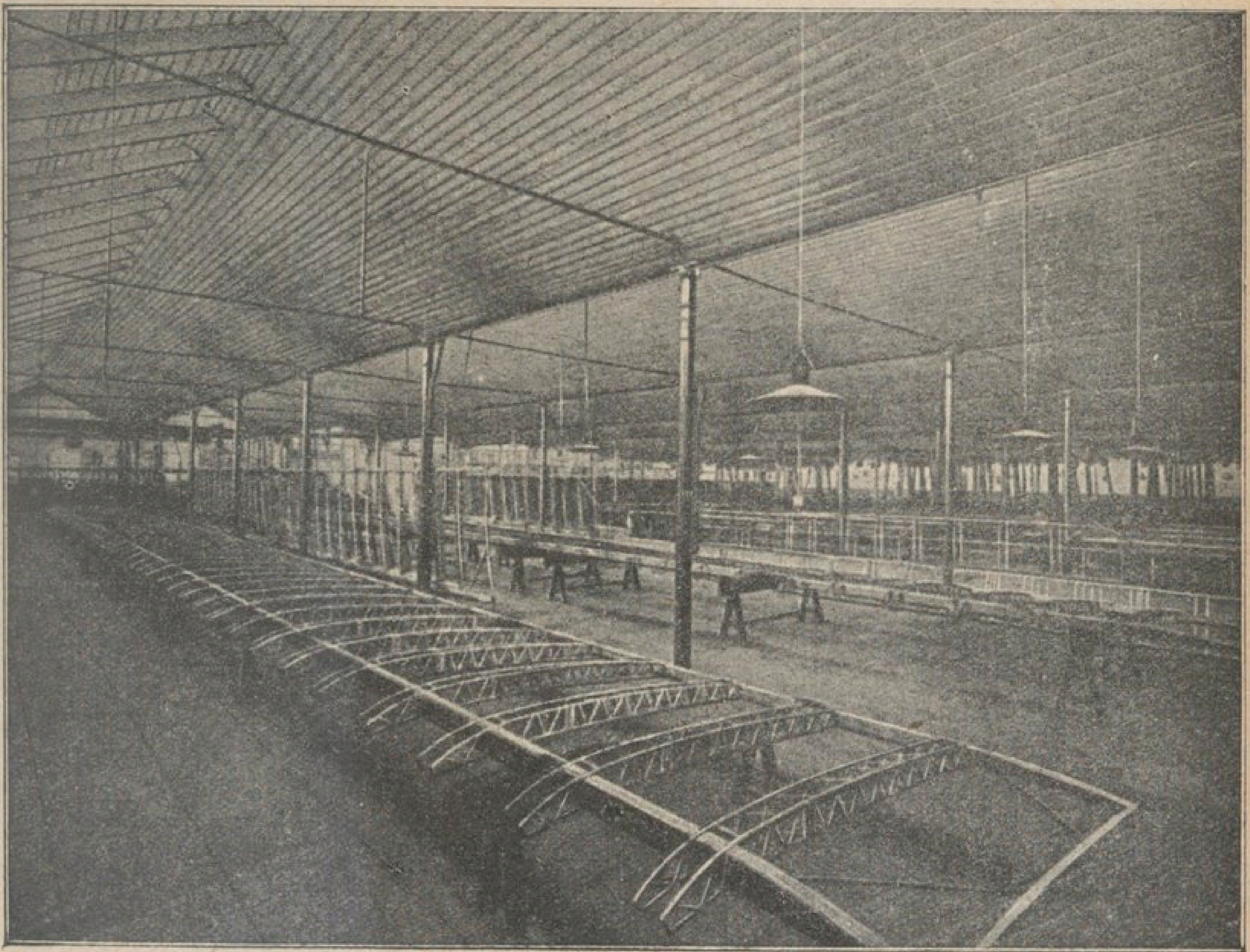
pour le Développement des Entreprises Electriques, elle a porté son capital à 20 millions de francs. Avec l'Adriatica di Elettricita, dont le capital a été élevé de 36.800.000 lire à 60.000.000, on arrive à la grande puissance industrielle et financière dont l'Italie est fière.

La Societa di Ellettricita Alta Italia, qui est un trust important, a un capital de 30 millions de lire, et avec les sociétés contrôlées par le gouvernement royal (Piemontese di Ellettricita, Macra, Cenischia, Valle d'Aosta), le total d'énergie disponible ressort à 83.700 chevaux.

Avec l'Elettrica Riviera di Ponente, Ing. R. Negri, on aborde les gigantesques conceptions qui signalent l'essor italien à l'attention du monde. La Negri a des projets immenses. Pour les réaliser, des capitaux énormes lui sont nécessaires. Elle a déjà porté son capital à 50 millions de francs, car elle craignait de ne pas avoir assez de ressources par elle-même. Elle fusionnera donc avec les Officine Elettriche Genovesi, si bien que l'association disposera de 200 millions de capital. Il est bon d'ajouter qu'en augmentant elle-même son capital, la Negri a acheté la majorité des actions de la Societa per le Forze Idrauliche de la Mairie. Toutes ces opérations financières ont été secondées par le concours de la Banque Commerciale Italienne et la haute industrie y a aussi participé dans une certaine mesure, car Gio Ansaldo a pris une partie de l'augmentation de la Negri. Pour donner une idée du vaste programme de ce trust, disons qu'il veut créer une grande industrie électro-chimique et métallurgique dans l'Italie septentrionale et en électrifier toutes les lignes ferrées. Déjà un barrage a été installé à San Dalmazzo di Tenda et la Mairie actionne la ligne du Cenisia, ainsi que celle de Giovi. Les essais effectués sur la voie ferrée Turin-Pignerol, ont été concluants, ainsi que ceux auxquels on a procédé entre Asti, Alessandria et Gênes.

Les affaires électriques italiennes ont absorbé plus d'un milliard de lire et il faut espérer que les résultats futurs seront à la hauteur de ce grand effort.

L'industrie de la soie est une des plus importantes de l'Italie, car elle donne



ATELIER DE MONTAGE DES AVIONS MILITAIRES AUX USINES « F. I. A. T. », DE TURIN

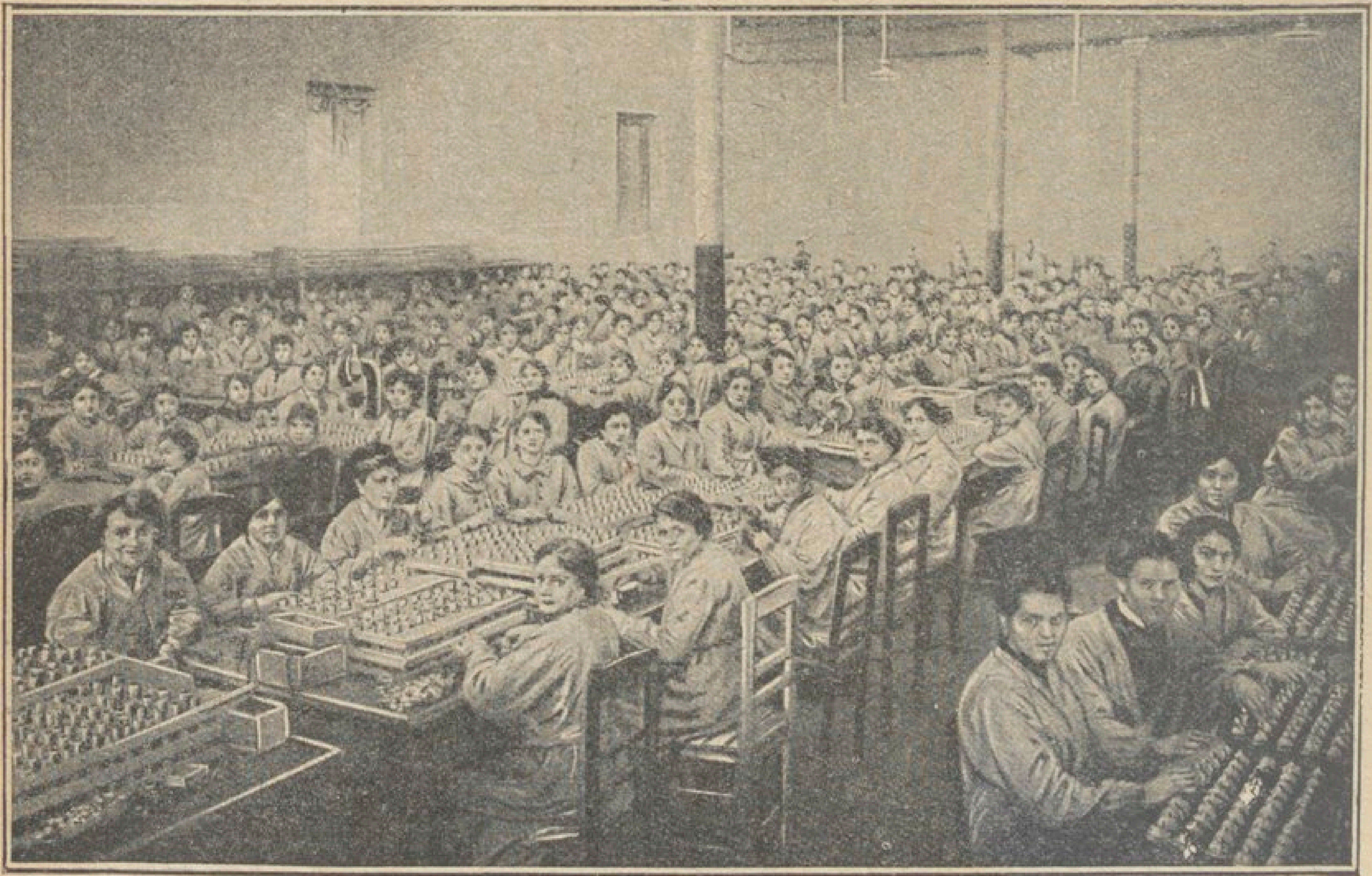
lieu à une exportation de plus de 600 millions qui représente le tiers des sorties totales du royaume. C'est à Coni, dans le Piémont, qu'ont lieu les grands marchés de vente des cocons où il passe en quinze jours plus de 800.000 à 1.200.000 kilos de marchandises. Autrefois, la production du pays dépassait 55.000 tonnes valant 200 à 250 millions de lire, mais aujourd'hui, on importe plus de 20.000 tonnes et les filateurs des provinces de Turin, d'Alexandrie et de Coni, tout comme ceux de la Toscane et de la Calabre, manquent de matières premières à un moment où l'Italie voit le Japon exporter plus de 11 millions de kilogrammes de soie en Europe et en Amérique. Cependant, des instituts de recherches ont été créés à Padoue et à Ascoli pour combattre les maladies des vers et des mûriers, et pour s'efforcer d'augmenter les rendements.

M. DANTE FERRARIS

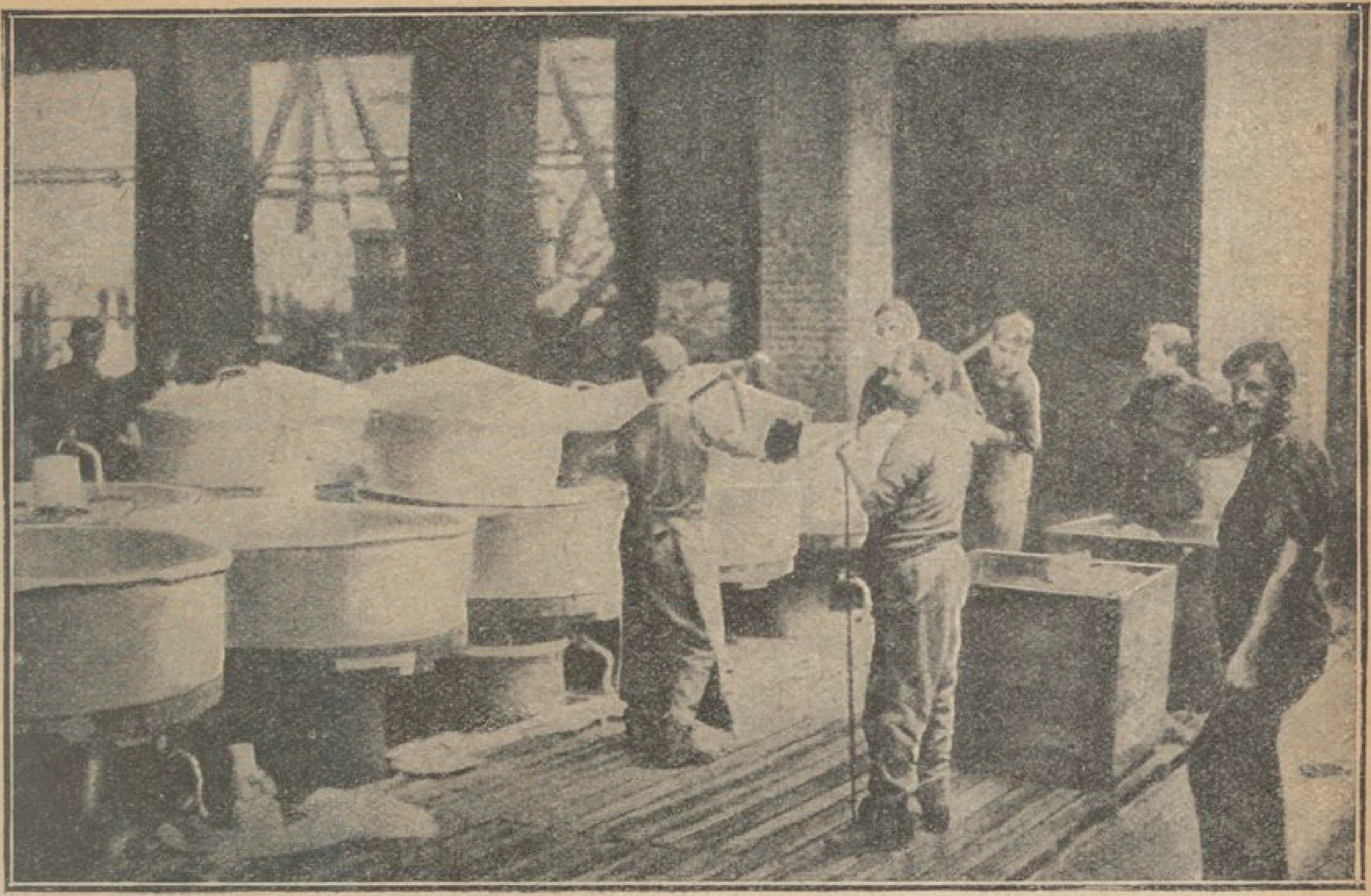
Président de la Société italienne pour la fabrication des projectiles destinés à l'armée.

La Condition de Milan, où l'on estime la valeur et le poids des soies brutes, d'origine italienne ou importées, est une des plus considérables de l'Europe, car son directeur, M. Corti, a inventé, à cet effet, des appareils très perfectionnés. En 1912, la Condition de Milan a reçu, trié et pesé 3.658.000 kilos de cocons et ses magasins de réserve ont enregistré un mouvement de 14.700.000 kilos. Pour le traitement des cocons, l'Italie dispose de 60.000 bassines à eau chaude et de nombreux moulins bien outillés, comportant environ 320.000 broches alimentant 19.000 métiers à tisser.

Bien que relativement récente, l'industrie cotonnière, soutenue par des droits protectoraux importants, a grandi en Italie sur les ruines de la sériciculture. Elle comptait, en 1912, 4.600.000 broches au lieu de 745.000 en 1876. Dans le même laps de temps, le nombre des métiers à tisser était passé de 26.000 à 145.000 et celui des ouvriers, de 65.000 à 220.000. Le bon marché extrême de la main-d'œuvre

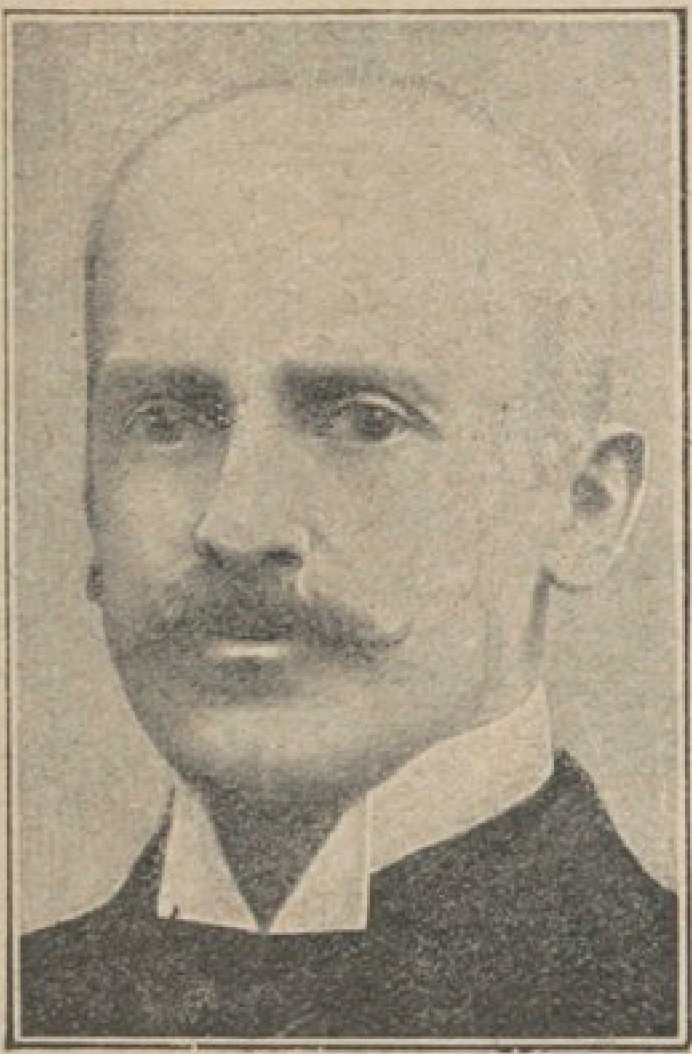


MONTAGE DES FUSÉES D'OBUS DANS UNE USINE DE MUNITIONS DE LA PROVINCE DE TURIN



TRAITEMENT DU COTON A L'ACIDE NITRIQUE (PROCÉDÉ NATHAN-THOMSON)
Photographie prise dans une fabrique italienne de coton-poudre et d'explosifs destinés à l'armée.

et la longueur des journées de travail favorisaient les filatures et les tissages de coton qui se développèrent avec une grande rapidité en Lombardie et dans le Piémont. En 1910, deux cent dix sociétés anonymes, représentant 400 millions de capital, s'occupaient de l'industrie cotonnière. Parmi les établissements les plus prospères, on cite les filatures du baron Cantoni et Cova, à Milan, celle de Busto Arsizio, en Lombardie, le Cotoni Pico Valli di Susa, à Turin; les manufactures de Rivarolo et du Cuorgne, en Piémont, qui distribuent de 7 à 8 % de dividende à leurs actionnaires.



M. G.-B. PIRELLI
Sénateur du Royaume, propriétaire d'une des principales fabriques de pneumatiques d'Italie.

Pour combattre l'influence fâcheuse du renchérissement des salaires et de la limitation de la durée des journées de travail, les « cotonniers » italiens ont fondé, sur l'initiative du sénateur Ponti, du baron Cantoni et de M. Mylius, président de l'Association cotonnière italienne, un Institut, qui est une sorte de cartel ou de syndicat, destiné à étudier toutes les questions relatives aux industries intéressées : filatures, tissage, impression, teinture et finissage des produits.

L'Italie ne possédait que 360.000 broches pour le travail de la laine peignée, en général concentrées dans la région de Bielle, notamment à Borgosesia, où se trouve une filature de 50.000 broches, actionnée par des turbines hydrauliques développant 3.400 chevaux. La guerre a beaucoup développé cette industrie, qui occupait en 1915 neuf grands établissements situés dans l'Italie septentrionale avec 232.500 broches de laine peignée, 50.000 de laine cardée et 2.500 métiers mécaniques. Dans la même région, on tisse le lin, le jute et aussi le chanvre.

Après avoir refoulé l'argent allemand,

soutenu par une invasion de 70.000 hommes d'affaires germaniques, les banques italiennes s'occupent de consolider le crédit du pays et de fournir aux industries nationales les capitaux dont elles ont besoin. Les recettes du Trésor sont en notable accroissement et M. Carcano a pu constater, pour l'exercice clos en juin 1917, une augmentation d'environ 1.500 millions par rapport à l'année financière 1914-1915. Notons en passant, qu'en mars 1917, les dépenses de guerre mensuelles dépassaient notablement 1 milliard de lire.

La circulation des billets des trois banques d'émission se totalise par à peu près 5 milliards de lire contre une encaisse d'un milliard; leurs avances au Trésor national dépassent 24 milliards.

COMMANDEUR AGNELLI
Administrateur délégué de la « Fabrica italiana automobili Torino » (Fiat).

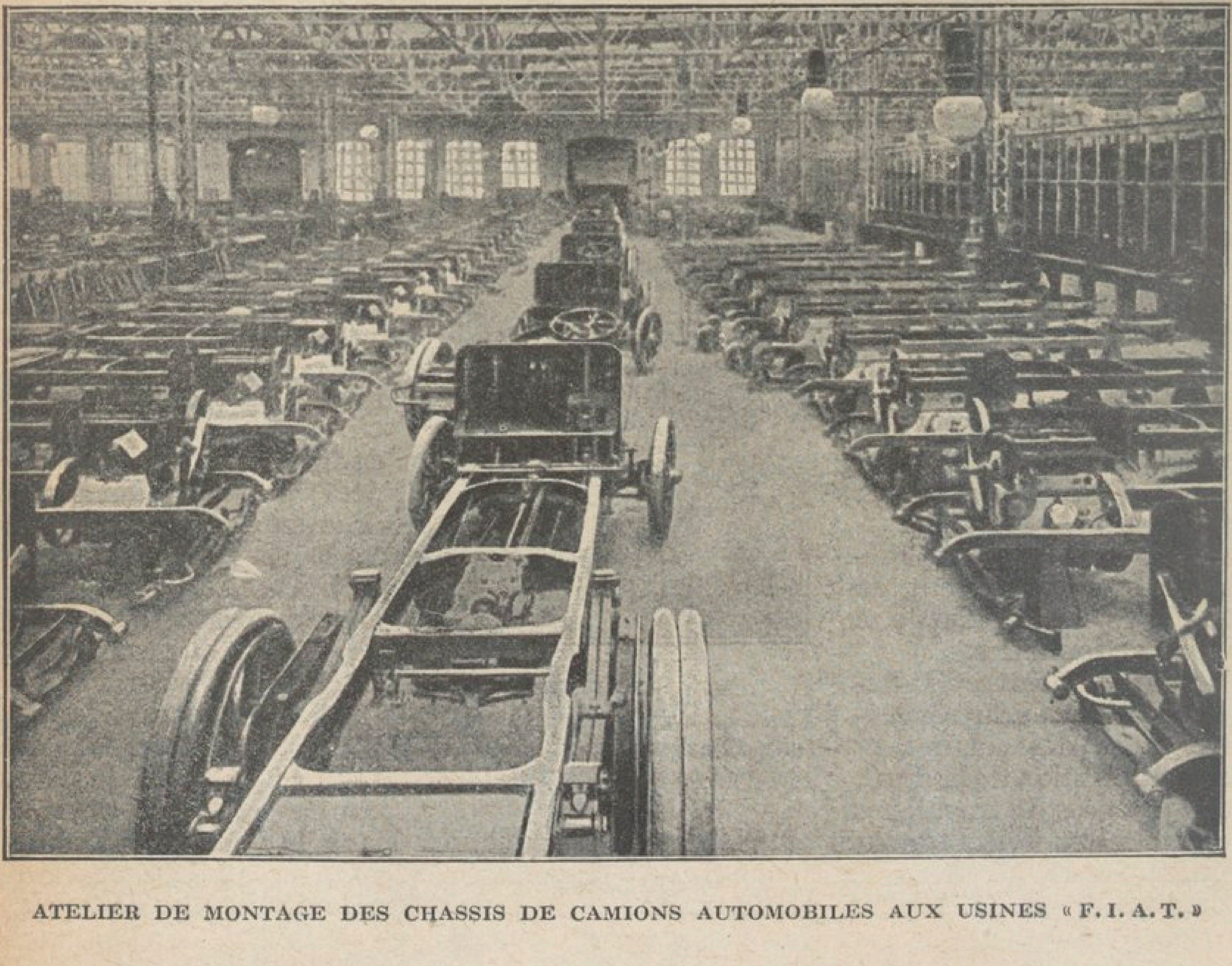
Bien que l'Italie soit pauvre en métaux et en minéraux de tous genres, il serait cependant inexact de passer sous silence les gisements de soufre de Sicile, qui occupaient, en 1908, plus de 25.000 ouvriers pour une production totale de 413.530 tonnes.

Les soufres de Romagne, des Marches et de l'Avellino sont de peu d'importance à côté de ceux de la Sicile.

Les marbres de Carrare, les aluns extraits de l'alunite de la Tolfa, les cuivres d'Agordo, de Montecatini sont aujourd'hui presque épuisés, mais on extrait encore beaucoup de minerais de zinc et de plomb en Sardaigne, notamment dans les riches districts miniers d'Iglesias, de Monteponi, de Malfidano, ainsi qu'en Ligurie et en Toscane.

On a fait beaucoup de travaux de recherches pour développer les gisements de pétrole de l'Emilie, mais, jusqu'à présent, la production de naphte est restée faible en Italie.

Malgré sa vaste ambition industrielle, l'Italie comprend que son climat excep-



ATELIER DE MONTAGE DES CHASSIS DE CAMIONS AUTOMOBILES AUX USINES « F. I. A. T. »

tionnel doit la placer au premier rang des pays agricoles. Or elle a enregistré pour 1916 un déficit de blé atteignant 40 millions de quintaux, c'est-à-dire presque autant que sa production, qui est d'environ 48 millions de quintaux. Il faut donc développer encore les cultures si l'on veut améliorer le change et éviter de voir l'or et les travailleurs reprendre la route de l'étranger. A ce prix, dans vingt et peut être même dans dix ans, l'Italie nouvelle sera une grande puissance dans l'ordre économique si elle sait être sage, prévoyante et énergique.

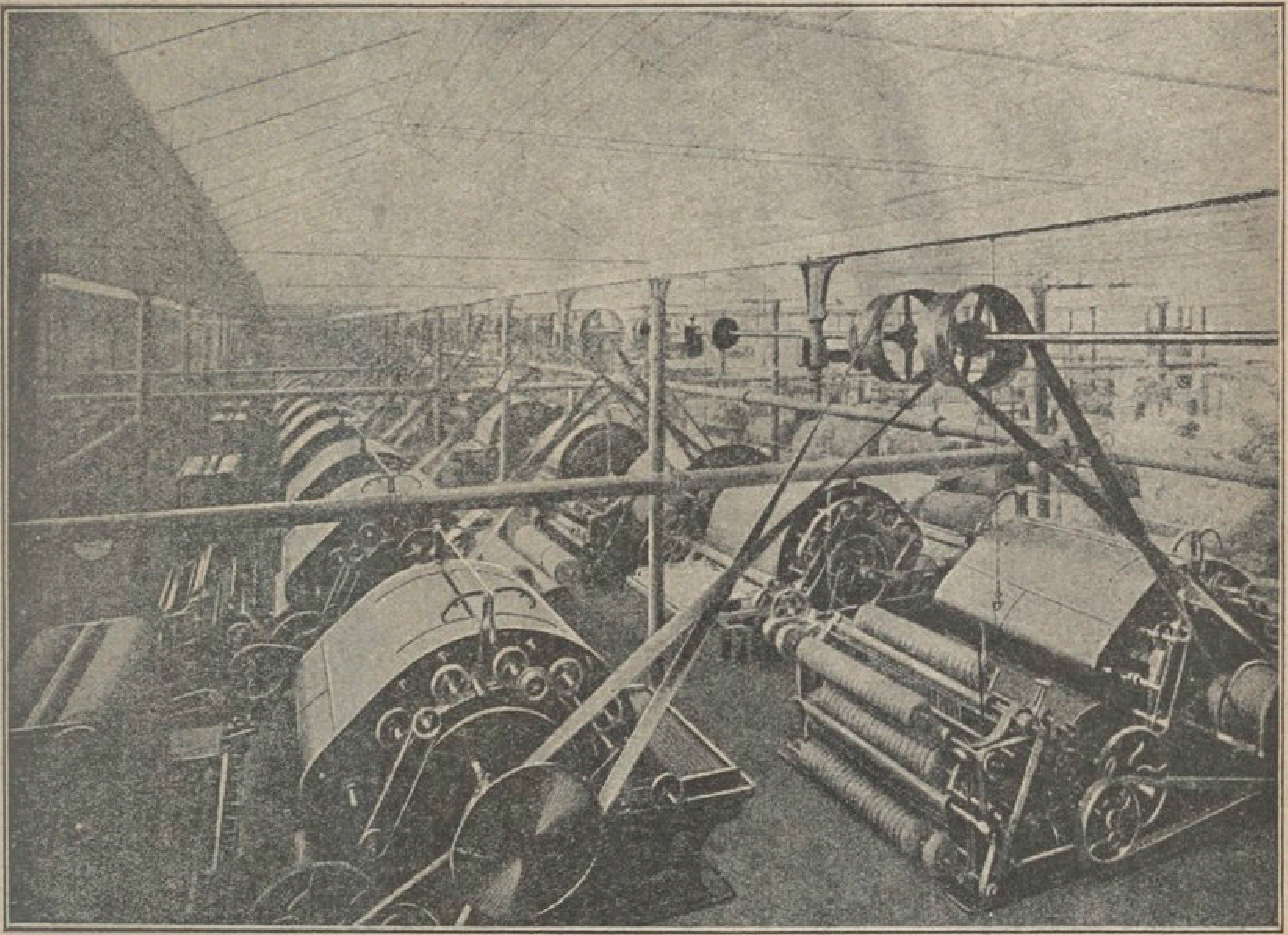
D'ailleurs, les pouvoirs publics ont tellement bien compris l'importance de la question agricole pour le développement du royaume qu'il a été créé à Rome un Institut international d'Agriculture.

Le roi Victor-Emmanuel, qui en a été l'initiateur, s'est toujours intéressé d'une manière toute spéciale à cette Académie d'agriculture dont les travaux étaient suivis par le monde entier avant la guerre.

Les industriels et les savants aident le Roi dans sa tâche et leur initiative viendra à bout des multiples difficultés que rencontre la rénovation d'une Italie riche, puissante et affranchie de la tutelle des capitalistes allemands dont l'envahissement avait précédé l'arrivée des hordes armées chargées de préparer leur triomphe. Jusqu'ici l'Italie a conservé plus d'hommes qu'aucun pays de l'Entente, puisque l'émigration, autrefois funeste à l'augmentation de la richesse nationale, s'est trouvée arrêtée. L'Italie a donc pu non seulement travailler pour nous chez elle, mais aussi nous fournir de la main-d'œuvre. Les ouvriers ainsi exportés temporairement reviendront dans leur patrie munis d'économies importantes.

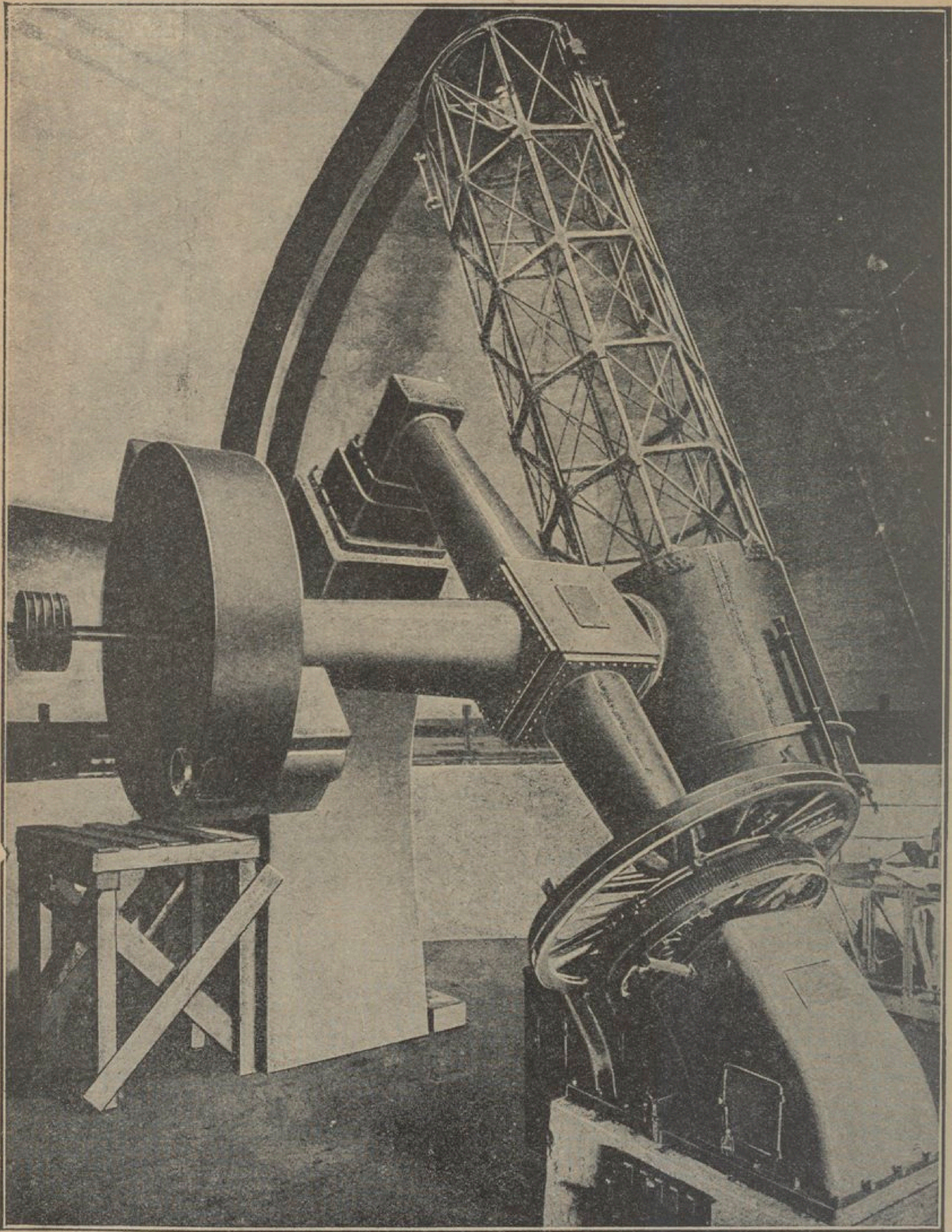
Ils auront également acquis des connaissances utiles en fait de mécanique et de construction. C'est encore un atout de plus pour l'Italie industrielle de demain, car, après cette guerre épuisante, la parole sera aux puissances qui pourront jeter dans la balance des affaires, non seulement de l'argent, mais des hommes bien portants et instruits.

Chevalier C. MANDUCCI.



VUE GÉNÉRALE DE L'ATELIER DE CARDAGE DE LA LAINE DANS LA FILATURE GIUSEPPE RIVELLI ET FILS DE BIELLE

MÉCANISME D'UN TÉLESCOPE WARNER ET SWASEY



Ce gigantesque appareil, dont le miroir mesure 1 m. 83 de diamètre, a son axe dirigé dans le plan du méridien, avec 15 degrés de déclinaison nord. Des engrenages mus par un moteur électrique de précision entraînent l'objectif suivant l'orbite de l'astre que l'on veut observer. Les deux supports en ciment, sur lesquels s'appuie l'axe, font en réalité partie d'un seul et même bloc dont la base est noyée dans le sous-sol de la tour métallique servant d'abri à l'appareil. L'axe de déclinaison soutient, d'un côté les appareils optiques et, de l'autre, un carter formant contrepoids qui contient un mouvement d'horlogerie.

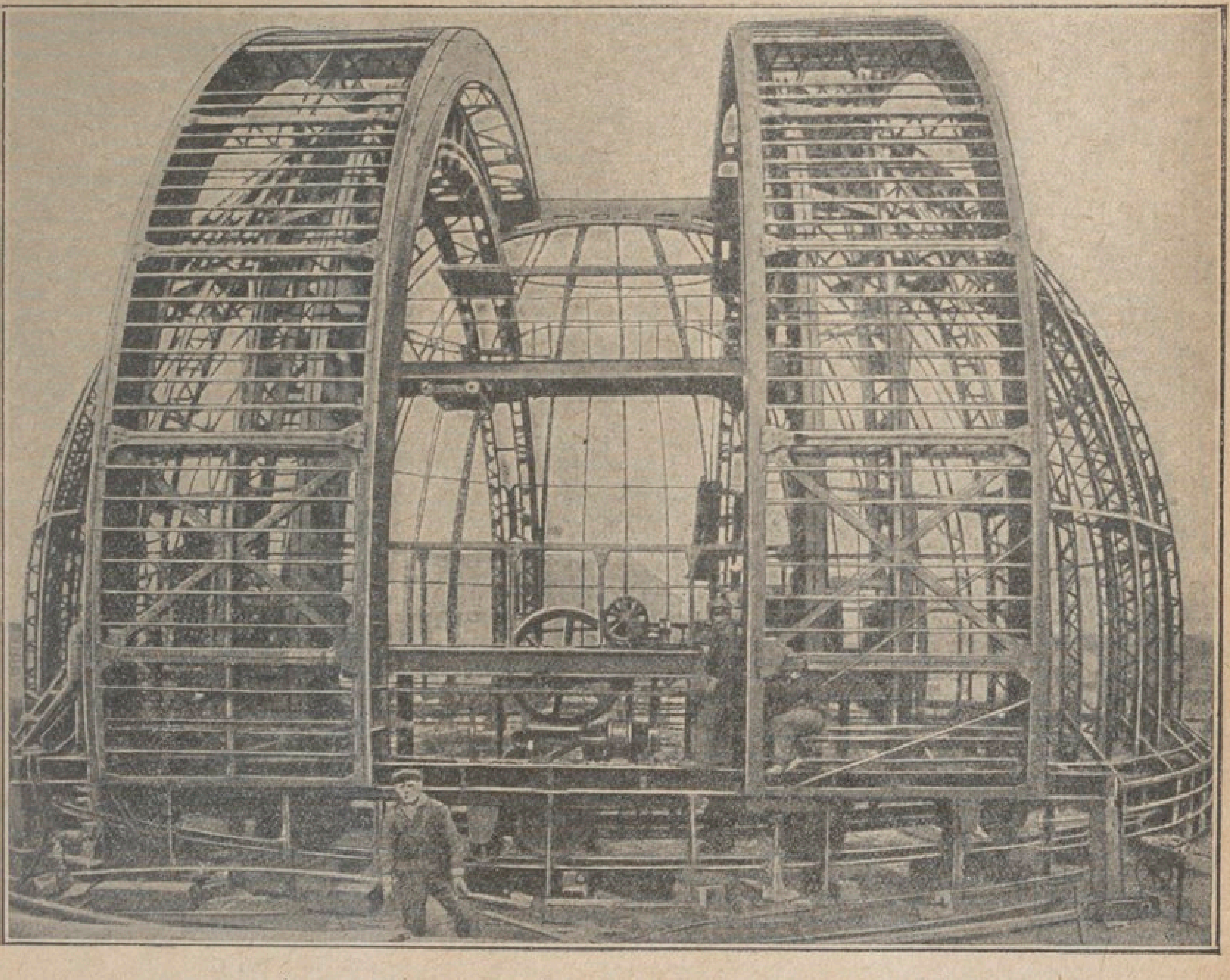
L'APPLICATION DE LA MÉCANIQUE ET DE L'ÉLECTRICITÉ AUX INSTRUMENTS D'OPTIQUE

Par Jean de LA TOUR DU PREY

Il est, pour certains esprits privilégiés, des grâces d'état, car, malgré les convulsions qui secouent actuellement l'humanité tout entière, les astronomes, confinés dans des tours, continuent à observer sans relâche la nature et les mouvements des astres au moyen de ces instruments d'optique gigantesques que l'on appelle des télescopes.

Le télescope est une lunette dans laquelle la lentille de l'objectif est remplacée par un miroir concave sur lequel viennent se réfléchir les astres observés. C'est à Newton qu'appartient l'honneur d'avoir pu réaliser le premier l'idée du père Mersenne, perfectionnée ensuite par Grégory, qui n'avait pu trouver à Londres un opticien assez habile pour construire le télescope de son invention.

Foucault a remplacé le miroir métallique



DOME MÉTALLIQUE DESTINÉ A ABRITER UN GRAND TÉLESCOPE

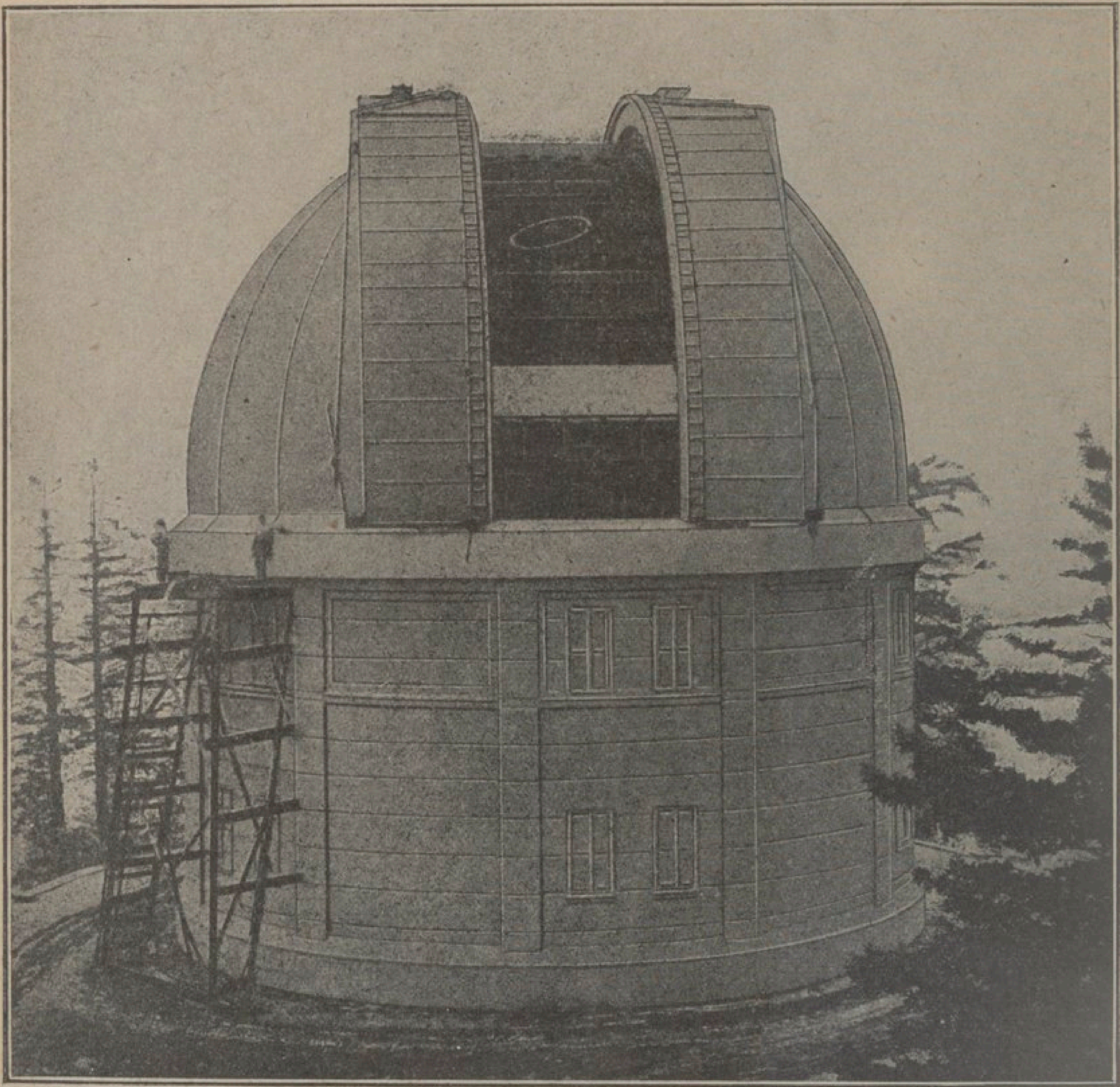
On voit ici l'ossature de la coupole représentée à la page suivante. A droite et à gauche, sont disposées les carcasses des panneaux, mobiles sur rails, qui servent à fermer l'ouverture centrale quand l'astronome a terminé ses observations, afin de protéger les appareils.

du premier télescope des frères Herschel par une surface parabolique en verre argenté qui concentre les rayons parallèles à l'axe exactement en son foyer. On peut ainsi annuler, sans appareil spécial, l'erreur connue sous le nom d'aberration de sphéricité.

Peu à peu, les principaux observatoires de l'Europe et du monde entier ont été dotés de télescopes très puissants, munis de miroirs spéciaux de grands diamètres.

Il est cependant certain que les régions où l'atmosphère est tout particulièrement pure sont nettement désignées pour l'installation des télescopes. C'est ce qui fait qu'actuellement les plus beaux appareils de ce genre se trouvent surtout dans des observatoires aménagés au sommet de hautes montagnes, notamment au cap de Bonne-Espérance ou dans les Montagnes Rocheuses.

Le ciel de la Californie est particulièrement propice aux observations astronomiques, et c'est là qu'ont été édifiés l'Observatoire Lick, à Mount Hamilton, et l'Observatoire solaire de Mount Wilson. Le gouvernement canadien a également fait installer dans la Colombie britannique, à Saanich Hill, un très puissant télescope de 72 pouces (1 m. 83) qui est certainement un des plus beaux instruments de ce genre avec celui de Mount Wilson, dont le miroir vient de France.



COUPOLE DU GRAND TÉLESCOPE DE L'OBSERVATOIRE CANADIEN

La tour métallique est surmontée d'un dôme dont l'ouverture centrale laisse passer l'extrémité supérieure du télescope, dont la longueur atteint exactement 13 mètres, avec un diamètre de 1 m. 83.

L'astronomie intéresse, en effet, beaucoup nos alliés des Etats-Unis, malgré la tournure

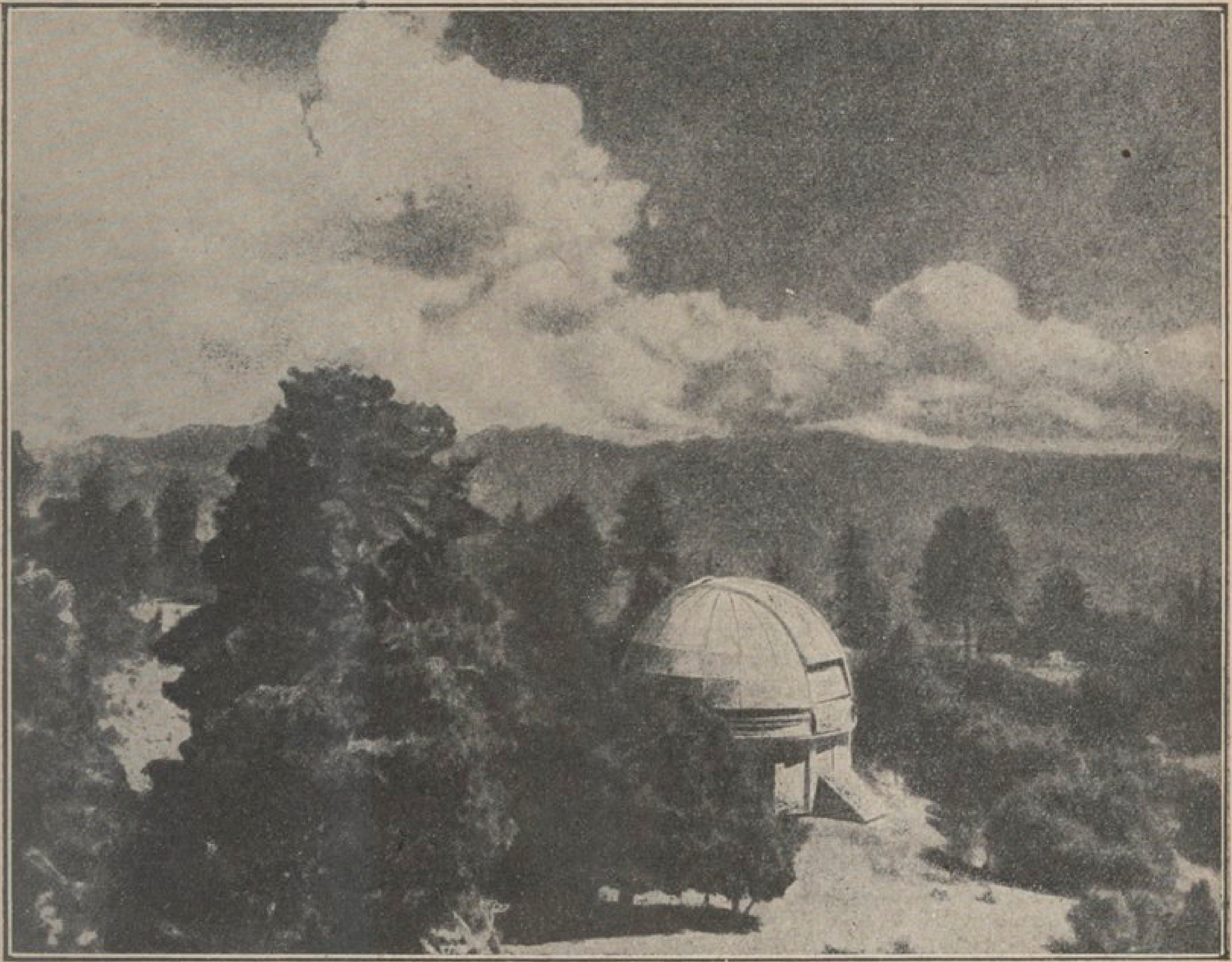
d'esprit des habitants de cet immense pays, peuplé principalement d'hommes pratiques.

L'Université Harvard a été l'une des premières à installer, dans son observatoire de Cambridge, une très belle collection d'instruments astronomiques comportant notamment une lunette équatoriale, un cercle méridien et deux télescopes système Draper dont un de 28 centimètres de diamètre.

Ces installations ne sont rien à côté de celles qui ont été réalisées à Saanich Hill, à Mount Hamilton et à Mount Wilson.

Le gouvernement de la Colombie britannique a fait récemment achever une belle route qui conduit au sommet du Saanich Hill, hauteur sur laquelle est situé le nouvel observatoire. Des travaux spéciaux et particulièrement difficiles ont été nécessaires pour amener l'eau de source à cette altitude.

Le télescope de cette importante station d'études stellaires est monté sur un monolithe de ciment placé au centre d'un dôme métallique tournant qui s'appuie sur les parois d'une tour en acier. Cette base en ciment, d'une résistance à toute épreuve, n'a pu être entièrement achevée qu'après la mise en place du télescope. L'importance de cette assise montre quelles précautions on a prises pour empêcher toute flexion des appuis et des axes du télescope. Le dôme, ainsi que le bâtiment qui le supporte, étant complètement en acier, ont été munis de doubles parois afin d'assurer partout une facile circulation de l'air. La température ne peut donc s'élever outre mesure à l'intérieur, notamment dans la salle de travail, même pendant les plus fortes chaleurs de l'été.



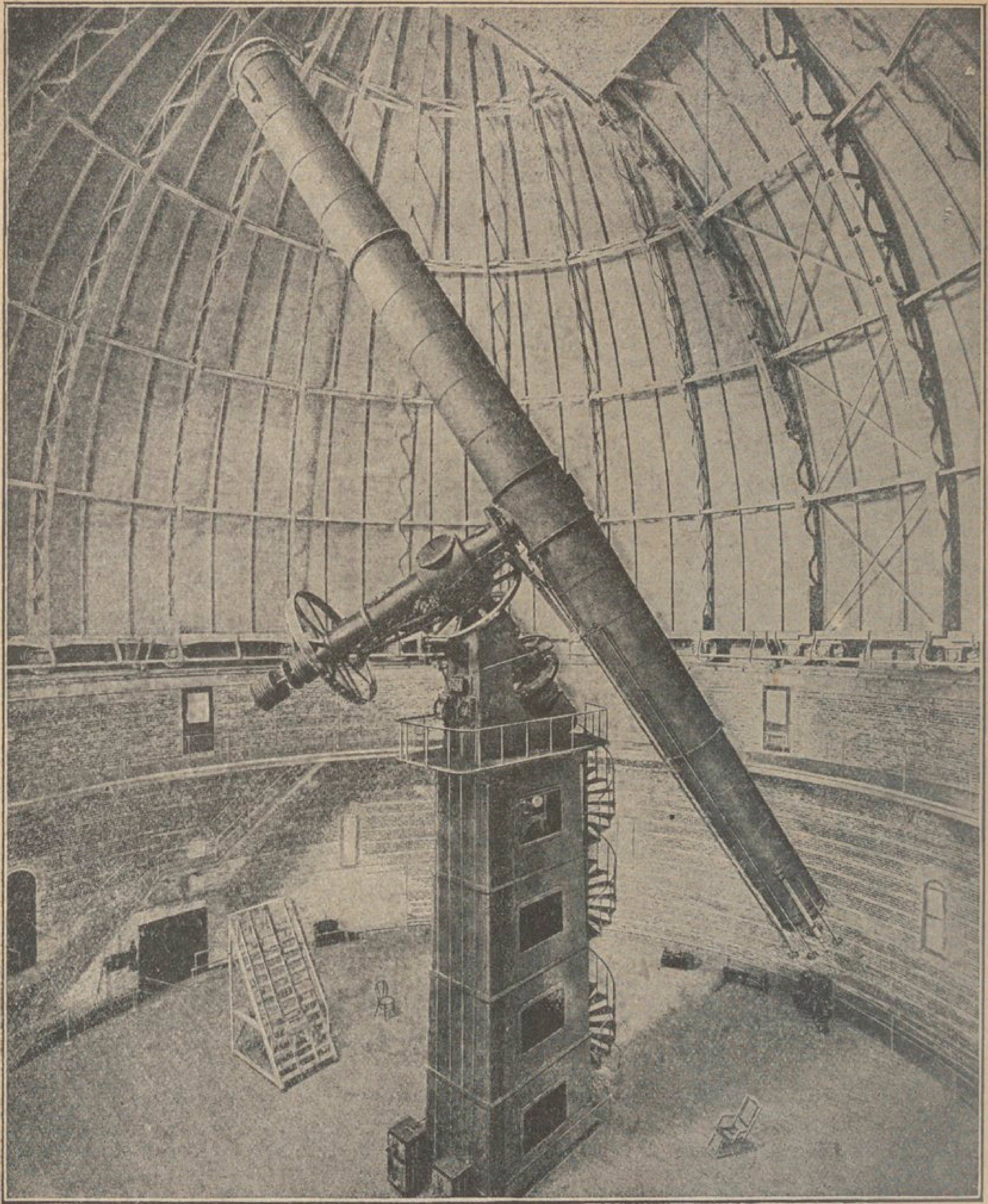
L'UNE DES COUPOLES DE L'OBSERVATOIRE DU MOUNT WILSON (ÉTATS-UNIS)

C'est à 2.134 mètres au-dessus du niveau de la mer qu'ont été construites les tours à coupoles abritant les puissants appareils d'optique dont est doté cet observatoire, unique au monde pour l'étude du soleil.

Le dôme tournant, qui a 20 mètres de diamètre, a été monté entièrement dans les immenses ateliers des constructeurs, MM. Warner et Swasey, de Cleveland (Ohio), avant d'être mis en place définitivement.

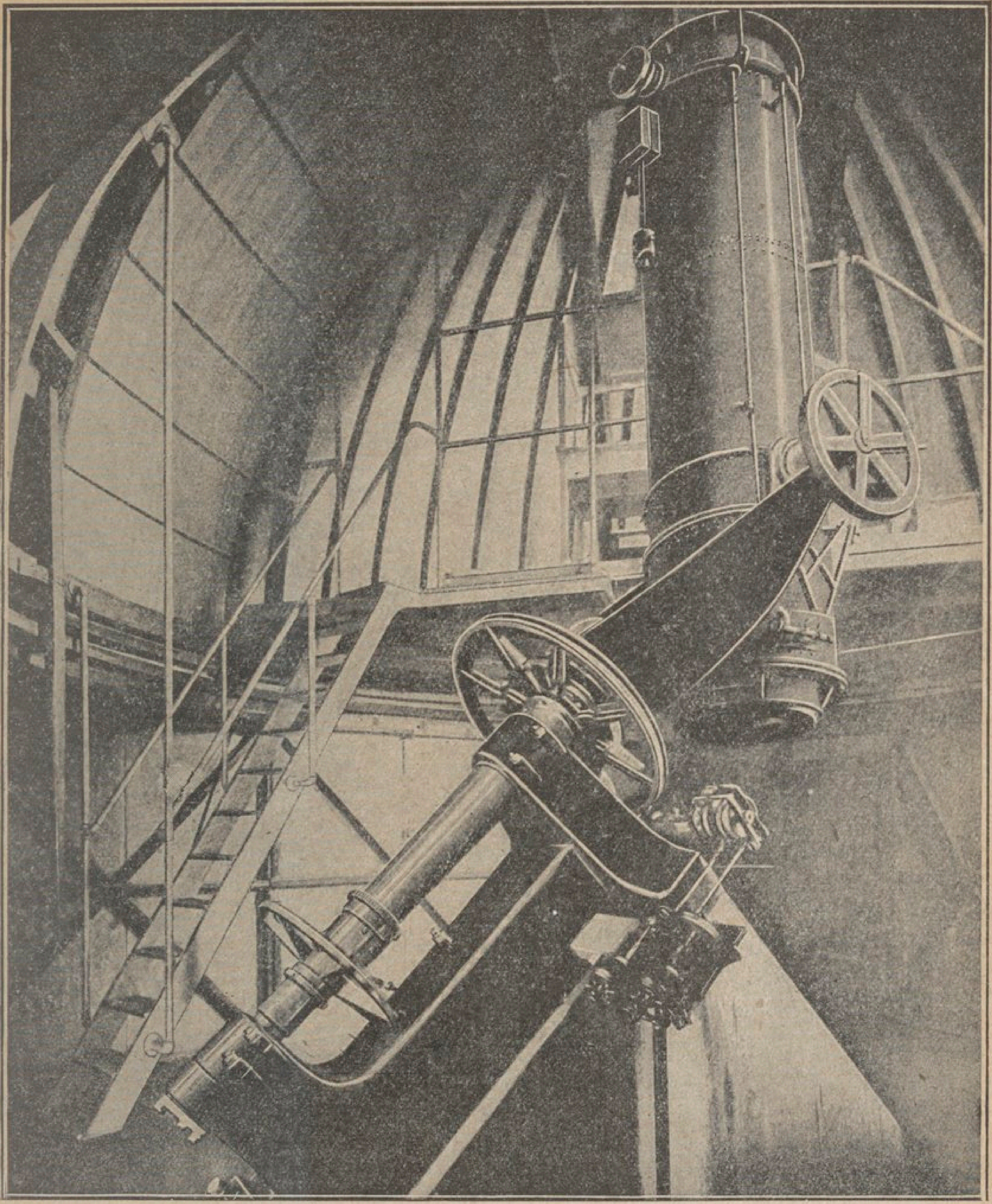
Il comporte tous les accessoires nécessaires pour faciliter sa manœuvre ainsi que les travaux courants d'observation céleste.

On peut employer l'appareil avec trois



LE TÉLESCOPE D'UN MÈTRE D'OUVERTURE DE L'OBSERVATOIRE YERKES, A CHICAGO

foyers différents : foyer principal, foyer Newton ou foyer Cassegrain. Quand on photographie des corps célestes ou si l'on veut obtenir le spectre d'objets très peu lumineux, on place la plaque photographique, ou le petit spectrographe, à l'extrémité supérieure du tube, à 9 mètres au-dessus du grand miroir (foyer principal). Avec le dispositif de Newton, un miroir plan, incliné à 45°, ayant 483 millimètres de diamètre, est installé à 1 m. 20 au-dessous de l'oculaire, de manière à réfléchir la lumière en un foyer qui est situé latéralement au tube, sur la plaque ou sur le spectrographe. Quand on emploie le dispositif Cassegrain, un miroir convexe, de 483 millimètres de diamètre, installé à 2 m. 10 au-dessous du foyer principal, réfléchit l'image en arrière, à travers un trou



MONTAGE D'UN GRAND INSTRUMENT AVEC SUPPORT EN FORME DE FOURCHE

central pratiqué dans le grand miroir en un foyer placé au-dessous du miroir. On peut ainsi observer cette image à l'œil nu, la photographier ou l'analyser au spectographe. La distance focale équivalente est de 32 m. 94, ce qui permet d'obtenir des images ayant exactement les mêmes dimensions que celles que donnerait une forte lunette astronomique ayant cette longueur.

Le rôle des organes mécaniques et de la monture d'un télescope est de maintenir les lentilles et les miroirs dans une position invariable les uns par rapport aux autres. La suppression des flexions et des efforts parasites permet de conserver la position relative des éléments optiques et de pointer l'appareil sur n'importe quel astre dont le mouvement peut être suivi avec une grande

précision. La partie mobile d'un télescope muni d'un miroir ayant 1 m. 83 de diamètre pèse environ 45.000 kilogrammes, et sa rotation régulière constitue un problème des plus délicats, heureusement résolu.

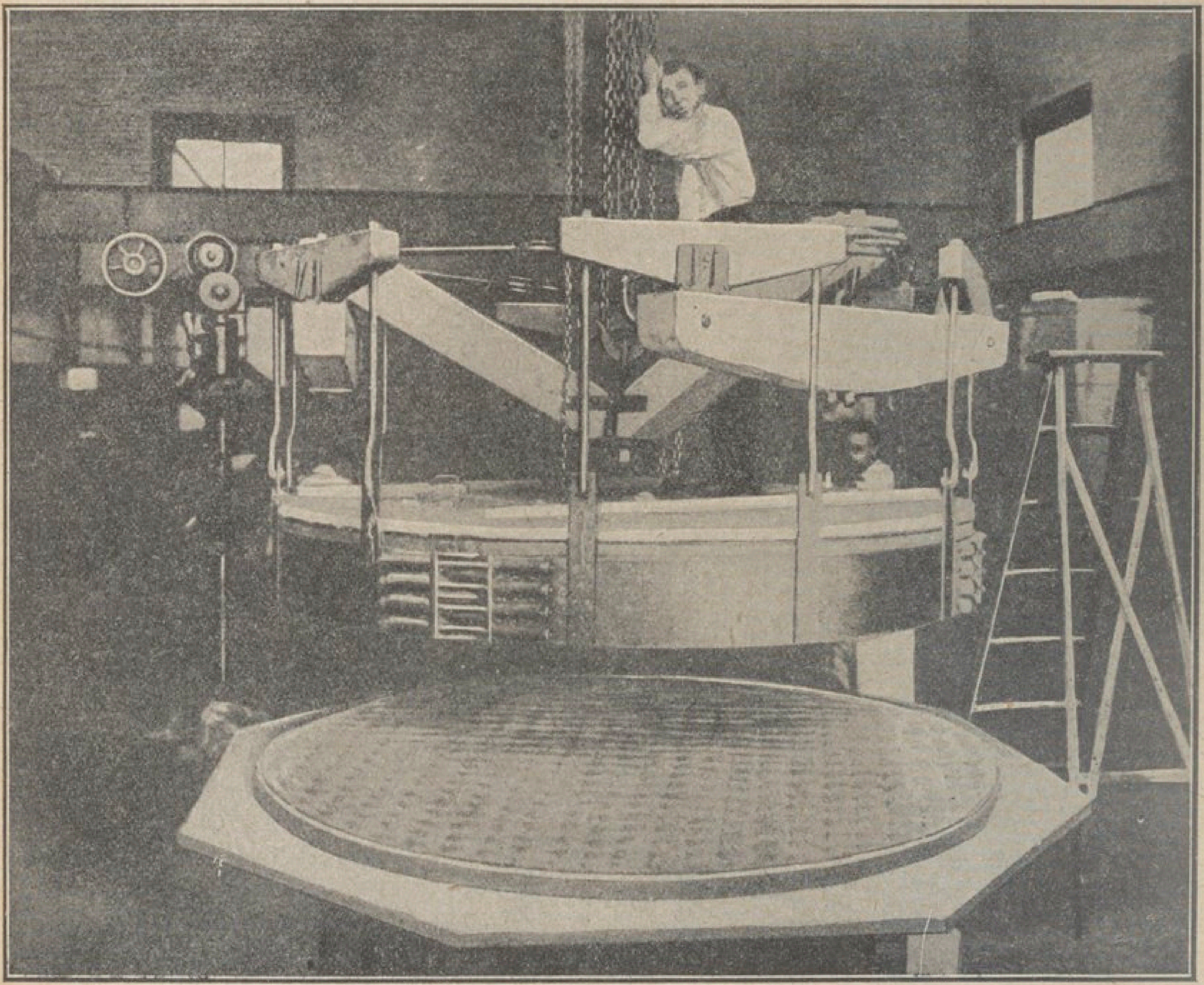
On a pu acquérir une grande expérience en ce qui concerne l'étude et la construction des grands télescopes depuis l'installation de ceux de Lick et de Yerkes, qui ont respectivement 1 m. 016 et 0 m. 974 de diamètre. Les progrès réalisés récemment par la métallurgie ont été largement mis à profit en cette occasion. On a employé, notamment, des pièces d'acier moulé à haute résistance et des coussinets à billes dans lesquels le frottement des arbres est réduit au minimum.

L'appareil est du modèle anglais, dans lequel le mouvement équatorial comporte un axe polaire de grande longueur, soutenu à ses extrémités par des paliers, dans une direction parallèle à l'axe terrestre. L'axe de déclinaison, sur lequel le tube est fixé à angle droit, traverse une boîte placée au milieu de l'axe polaire. Le poids du tube est équilibré par celui du mécanisme de déclinaison et par le carter qui l'enveloppe.

L'axe polaire, long de 7 mètres, pèse environ 10.000 kilos. Il se compose de trois pièces d'acier moulé solidement reliées les unes aux autres par des boulons et qui constituent le noyau central ou boîte cubique auquel on a fait allusion ci-dessus, ainsi que les deux sections tubulaires nord et sud.

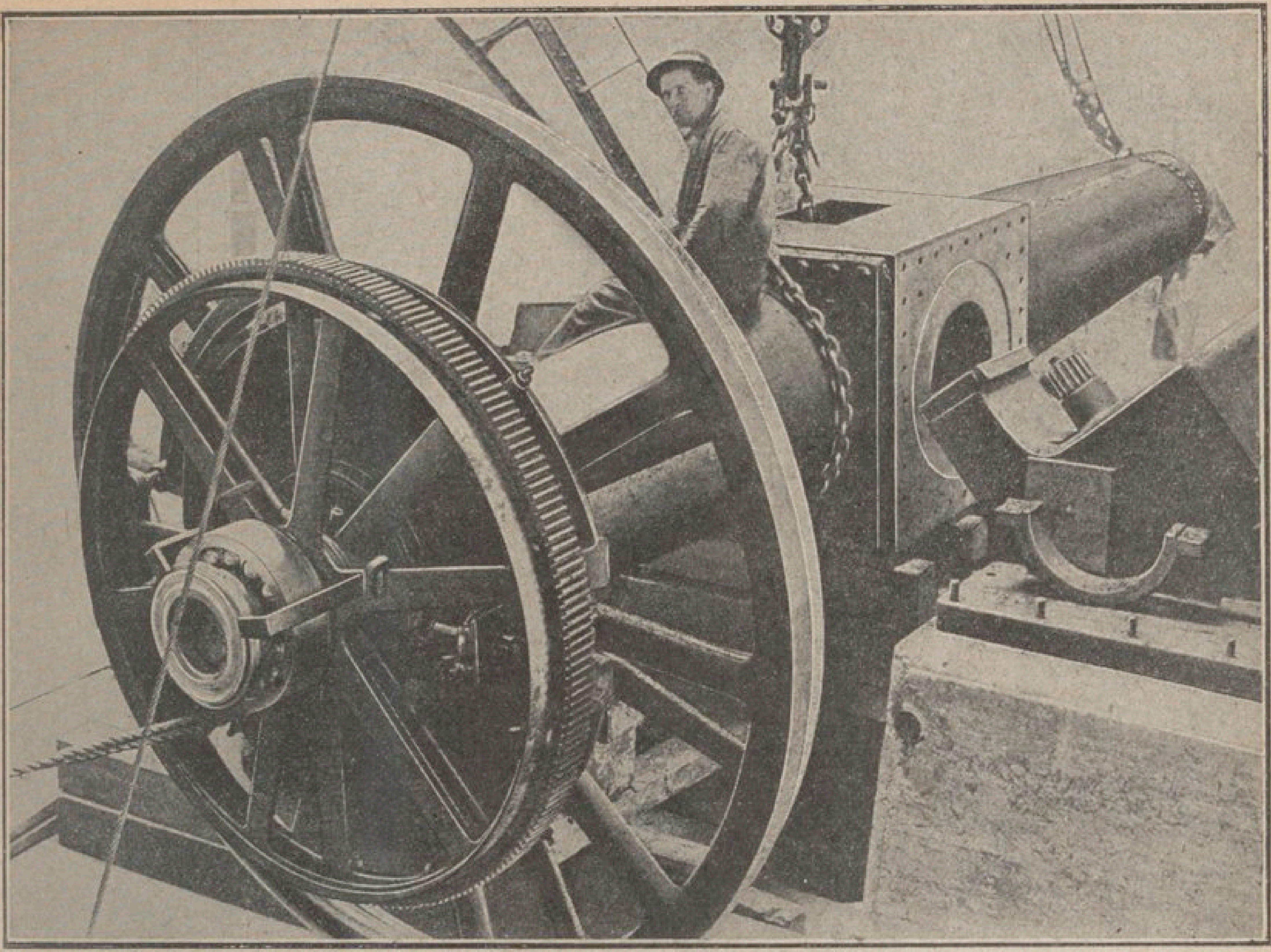
L'axe de déclinaison, en acier forgé, qui pèse 5.250 kilos, a 4 m. 423 de longueur et 45 centimètres de diamètre ; il comporte un plateau de 1 m. 041 de diamètre et 10 centimètres d'épaisseur sur lequel le tube est très solidement maintenu par des boulons,

Ce dernier se compose également de trois tronçons. La partie centrale est constituée par un cylindre d'acier moulé ayant 2 m. 287



LENTILLE DE VERRE OPTIQUE DU MIROIR D'UN GRAND TÉLESCOPE

Cette pièce unique, coulée dans les glaceries de la Société de Saint-Gobain, a 2 m. 57 de diamètre. Elle a été polie et argentée dans l'atelier mécanique de Pasadena, annexé à l'observatoire solaire du mount Wilson.



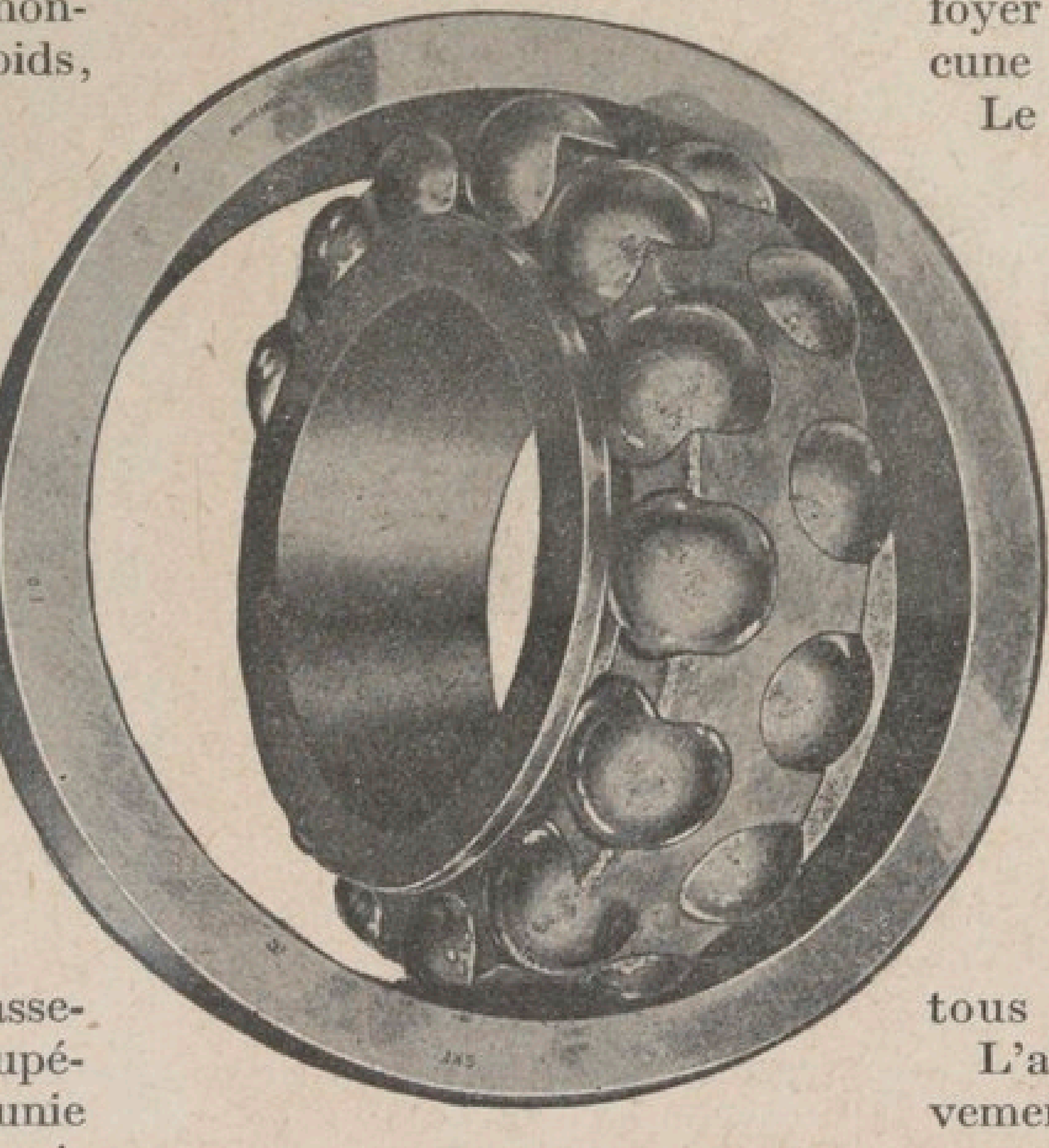
AXE DE DÉCLINAISON AVEC ENGRENAGE MOTEUR ET COUSSINET A BILLES

de diamètre et 1 m. 83 de longueur. Cet élément, particulièrement remarquable, pèse 7.000 kilos; il est fixé, comme on vient de le dire, au plateau de l'axe de déclinaison.

Le miroir, avec sa monture et ses contrepoids, pèse 6.000 kilos.

A l'extrémité supérieure de l'axe de déclinaison est solidement fixée une légère mais rigide construction métallique qui forme le squelette du tube et qui pèse environ 2.000 kilogrammes.

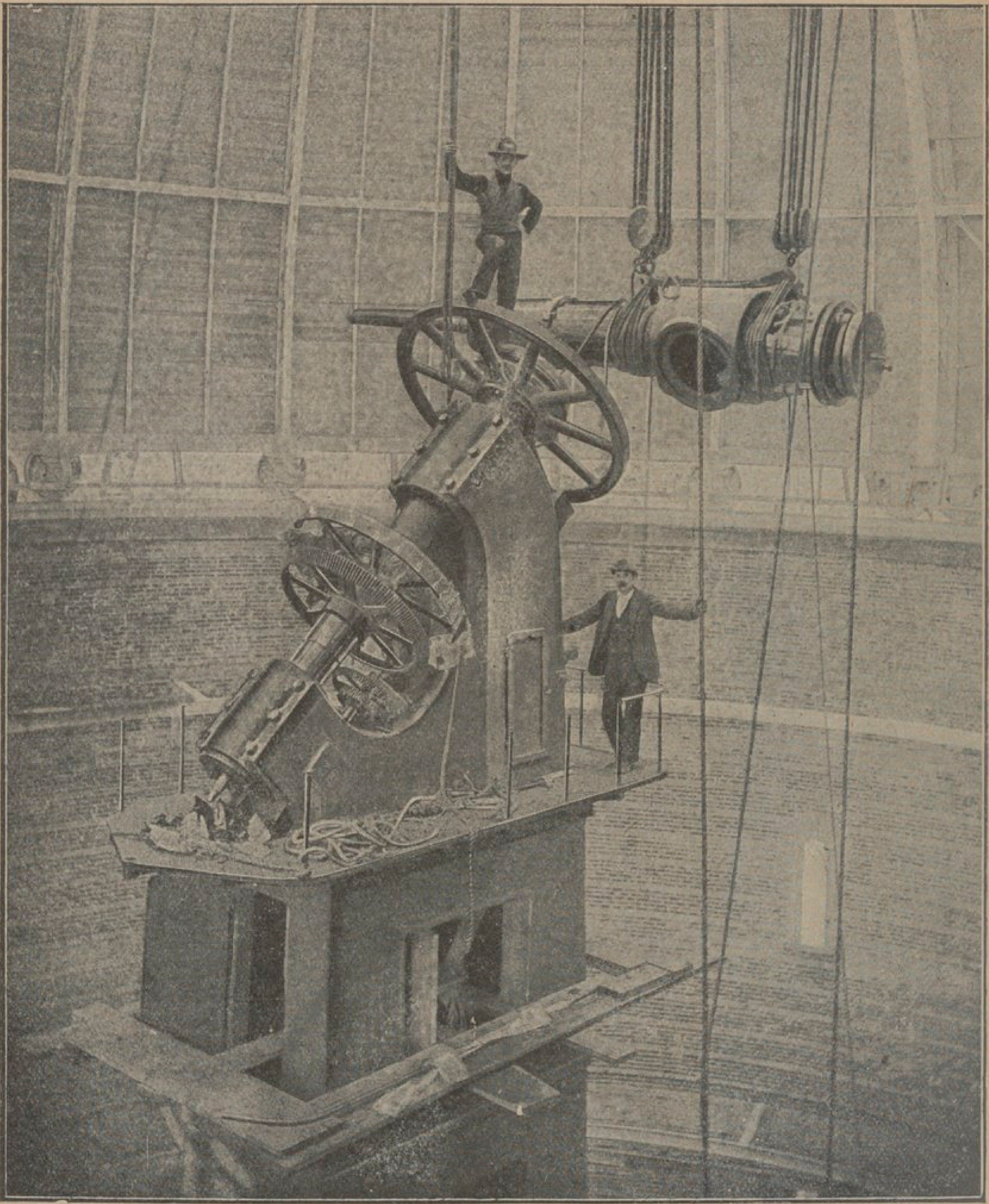
Au-dessous de la monture du miroir sont installés le spectrographe ainsi que les appareils de vision nécessaires pour l'emploi du foyer Cassegrain. L'extrémité supérieure du tube est munie d'un dispositif très ingénieux qui remplace les anciennes consoles, très lourdes, que l'on employait autrefois, concurremment avec une série de lentilles et de miroirs, pour réaliser les trois foyers. On peut ainsi changer de foyer très vite et sans aucune sorte de difficulté.



SUPPORT ANNULAIRE MONTÉ SUR BILLES DE 8 c/m DE DIAMÈTRE

Le mouvement d'horlogerie est pareil à ceux qui ont été appliqués avec succès aux grands instruments de Lick et de Yerkes (Chicago). Le télescope reçoit un mouvement d'ascension droite au moyen d'une roue d'angle de 2 m. 75 de diamètre, calée sur l'axe polaire. Les coussinets et les paliers de butée sont tous montés sur billes.

L'appareil, dont les mouvements sont réalisés au moyen de sept moteurs électriques, peut faire un



MONTAGE DE L'AXE POLAIRE ET DE L'AXE DE DÉCLINAISON D'UN TÉLESCOPE

Le poids considérable de ces organes rend leur manœuvre fort délicate; il est, en effet, très difficile d'atteindre une précision extrême dans le réglage de pièces pesant plusieurs milliers de kilogrammes.

tour toutes les huit minutes en longitude et en latitude. Pour les observations délicates, on emploie soit la vitesse lente correspondant à un tour en trente-six heures, soit la vitesse extra-lente, donnant un tour en trente jours, soit sept cent vingt heures.

On comprend qu'on ait étudié avec le plus grand soin les conducteurs et les appareils de contrôle électriques de manière à éviter les contact par balais et à faciliter autant que possible le fonctionnement ainsi que les réparations de tous les organes.

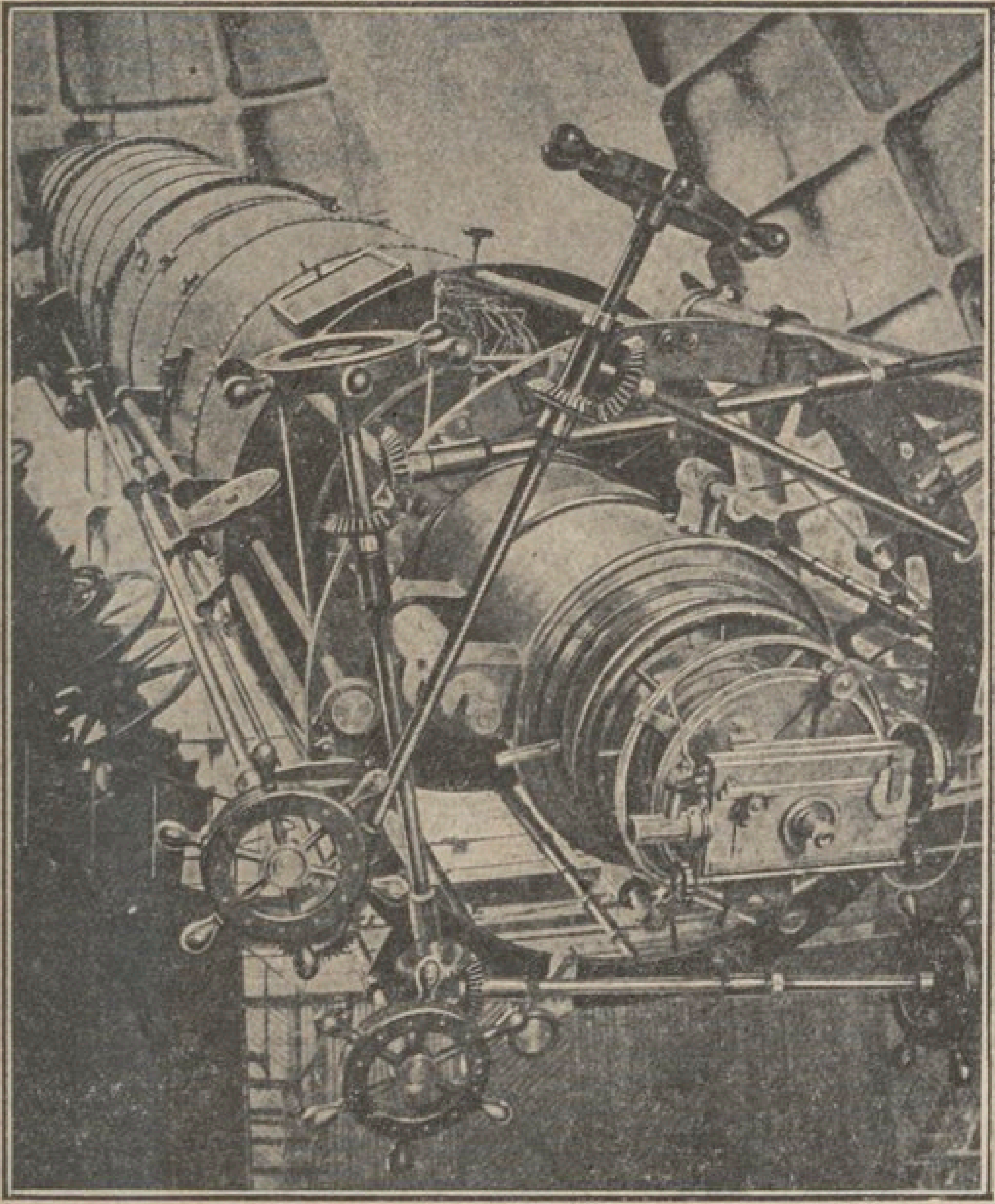
Un opérateur, placé sur la plate-forme d'observation, surveille les déplacements de

l'instrument qu'il peut faire stopper, de même que le dôme, à l'aide de deux commutateurs placés l'un à l'est, l'autre à l'ouest de l'assise méridionale. On oriente rapidement le télescope d'après les coordonnées de l'astre visé au moyen de cercles divisés spéciaux, correspondant à l'ascension droite et à la déclinaison. L'observateur installé à l'une des deux extrémités du tube, peut provoquer ou enrayer la marche du télescope en appuyant sur des boutons qui servent aussi à obtenir les petits déplacements du tube nécessaires à la rectification des visées dites de précision.

L'Institut Carnegie a fait installer à Mount Wilson un observatoire solaire qui a pour programme de se consacrer spécialement aux recherches ayant pour but de fixer l'histoire des astres en remontant à leur origine, en étudiant leur évolution, leur composition chimique, leurs propriétés physiques et l'influence de leur marche sur leur constitution interne. Parmi les étoiles (car les planètes ne sont pas comprises sous cette désignation) certaines sont tellement éloignées de la terre, qu'elles n'apparaissent, même dans nos plus puissants télescopes, que comme de simples têtes d'épingles lumineuses. Le seul astre qui soit situé dans un voisinage plus immédiat de notre planète est le soleil, qui peut donner une image plus grande et qui peut être étudié plus complètement à tous les points de vue. C'est pour cette raison que l'observatoire de Mount Wilson dispose dans ce but scientifique de trois télescopes de diverses puissances.

Pour étudier la composition chimique du soleil, on cherche à obtenir une image de l'astre au moyen d'un télescope et on analyse la lumière de cette image à l'aide d'un spectroscope. La lumière blanche du soleil est décomposée par le prisme en une longue bande ou spectre traversée par plus de 20.000 raies sombres extrêmement étroites, dont chacune correspond à un corps métallique bien déterminé.

Pour identifier ces raies, on transforme le métal en une vapeur lumineuse au moyen d'un arc électrique, jaillissant entre deux tiges métalliques, et la lumière ainsi obtenue est ensuite analysée au spectroscope.



TÉLESCOPE DE L'OBSERVATOIRE DU MOUNT WILSON AVEC SPECTROSCOPE STELLAIRE

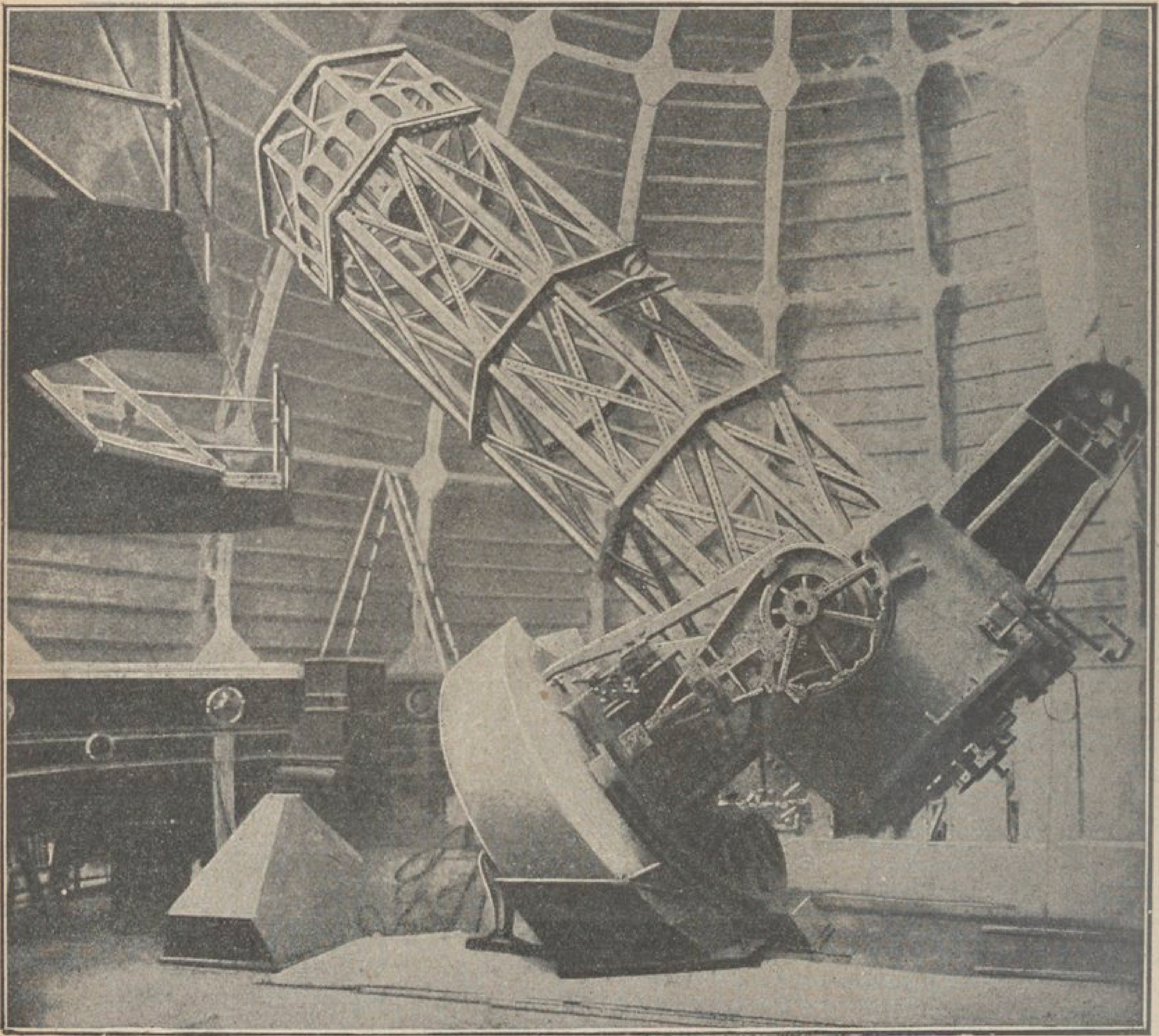
Grâce à un dispositif très simple, le spectre de l'arc peut être photographié côte à côte avec celui du soleil. On observe ainsi qu'un grand nombre de raies obscures du spectre solaire occupent exactement la même position que les raies brillantes du spectre de l'arc, ce qui permet d'identifier un à un, avec certitude, tous les éléments chimiques figurant dans la composition du soleil.

Le nouveau télescope installé à Mount Wilson a une longueur totale de 13 mètres, qui peut être portée à 48 mètres par la combinaison d'un miroir convexe de 73 centimètres de diamètre, et même à 76 mètres en employant un autre miroir convexe de 635 millimètres de diamètre. On a pu obtenir ce résultat grâce à un dispositif particulier qui a consisté à monter une partie des appareils optiques au sommet d'une tour métallique très élevée qui supporte la coupole tournante. (Voir la photographie page 210).

Cette coupole mesure 30 mètres de diamètre alors que celui du dôme de notre

monumental Panthéon parisien n'est que de 20 mètres. La monture du télescope pèse 100.000 kilos, et un mouvement d'horlogerie du poids de 2.000 kilos permet à l'instrument de rester pointé sur un astre en lui faisant suivre le mouvement diurne de la terre.

Le grand miroir constitue une pièce unique au monde car il a 2 m. 57 de diamètre avec tait dans le coulage d'un énorme bloc de verre ayant 2 m. 70 de diamètre, absolument homogène, sans bulles ni soufflures, et surtout dans l'opération du recuit de cette masse transparente dans le but de lui donner une trempe uniforme. Cette opération a été exécutée en France, dans les glaceries de la Société de Saint-Gobain. La taille et le



MÉCANISME DE SPECTROSCOPE STELLAIRE ADAPTÉ A UN GRAND TÉLESCOPE

ne épaisseur de 324 millimètres sur les bords et une profondeur de courbure d'environ 32 millimètres, qui paraît insignifiante pour un semblable diamètre.

C'est à la suite d'une longue série d'essais qu'a été exécuté ce miroir, qui renforcera à un haut degré le matériel d'investigation de l'observatoire de Mount Wilson. Cette innovation est due à la générosité d'un riche Américain, M. John D. Hooker, de Los Angeles, qui a mis 225.000 francs dans ce but à la disposition de l'Institut Carnegie.

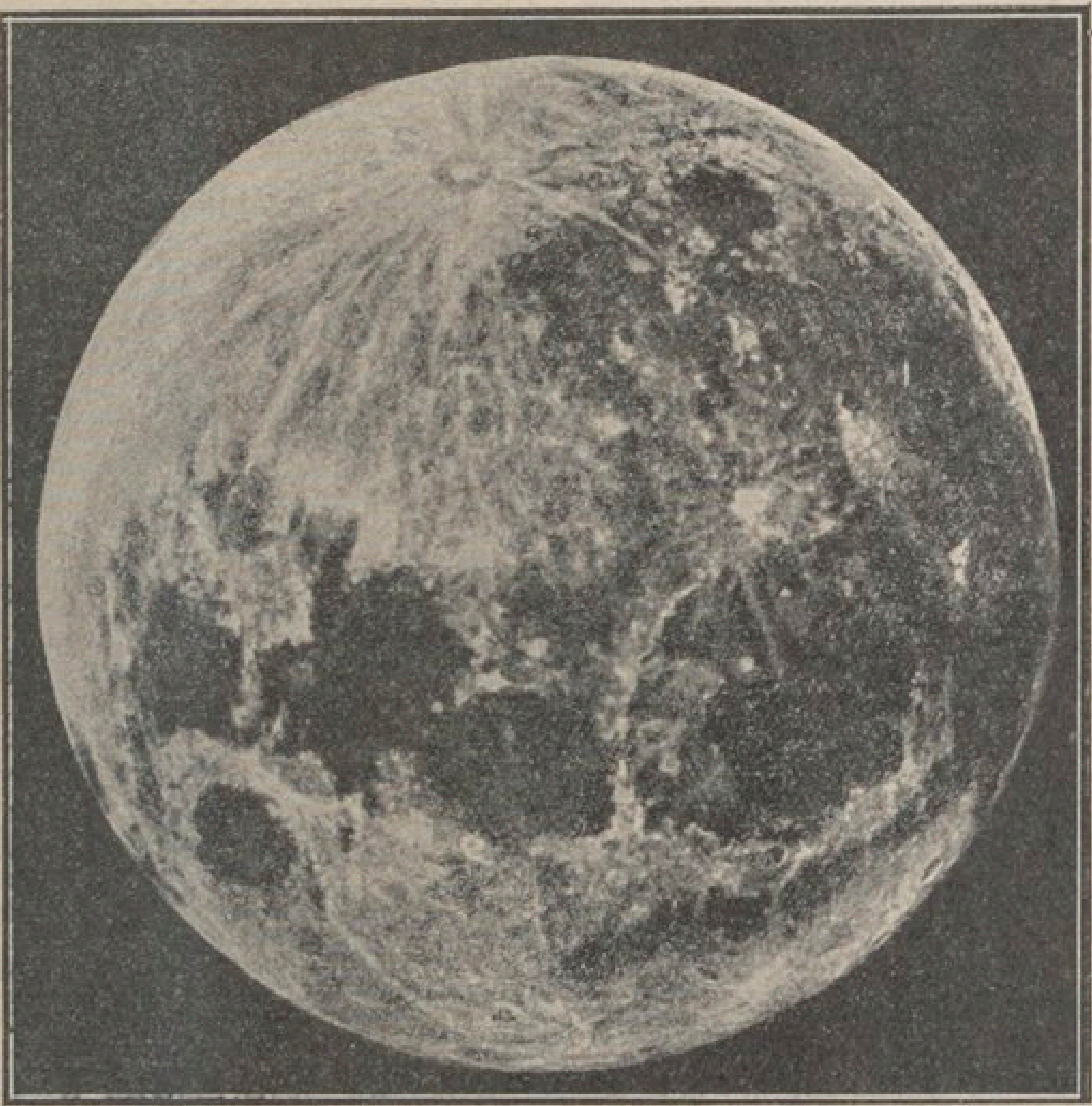
La plus grosse difficulté à vaincre consis-

polissage de cette lentille de 4.000 kilos ont été effectués dans l'atelier mécanique annexé à l'observatoire, où l'on fait également tous les travaux de réparation nécessités par l'entretien des appareils. La forme parabolique du miroir a pu être ainsi réalisée à moins d'un millième de millimètre près. La manœuvre du télescope géant et de son dôme s'obtient au moyen de quarante moteurs électriques que l'on met en mouvement avec la plus grande facilité en appuyant sur de simples boutons de poussage.

Comme nous l'avons dit, les objectifs

des grands télescopes sont munis d'appareils spectroscopiques permettant d'étudier les vapeurs émises par le soleil et qui constituent son atmosphère. La photographie page 217 représente les dispositifs spéciaux employés à cet effet à Mount Wilson. Un appareil, dénommé cœlostat de Snow, donne une image fixe du soleil que l'on renvoie dans une salle spéciale, afin de pouvoir en obtenir aisément une bonne photographie.

A Pasadena, localité voisine de l'observatoire, on a construit des bâtiments dans lesquels se trouve, notamment, un laboratoire où l'on imite les phénomènes d'énergie calorifique qui se produisent dans le monde stellaire, au moyen de fours électriques et d'étincelles à haute tension provoquées dans des tubes privés d'air. Dans l'atelier mécanique adjoint à l'observatoire, on peut aussi construire les dispositifs nouveaux exigés par les recherches d'ordre tout à fait spécial auxquelles se livrent les astronomes attachés à l'établissement.



LA LUNE VUE DANS UN TÉLESCOPE A GRANDE OUVERTURE

On a pu, grâce aux puissants instruments dont on dispose à l'heure actuelle, obtenir des images de la lune suffisamment importantes pour que leur agrandissement fournisse des renseignements précis sur la surface de notre satellite.

Le professeur Kapteyn, le fameux astronome hollandais, a passé plusieurs étés à Mount Wilson afin d'y poursuivre, comme membre associé de l'Institut Carnegie, des études relatives à la distribution et au groupement des étoiles dans l'espace, ainsi qu'à leur mode de déplacement sur leurs orbites.

Ces diverses applications de la mécanique et de l'électricité à la manœuvre des grands instruments d'optique ont permis aux savants d'aborder avec succès des questions qui, jusqu'ici, avaient échappé complètement à leurs patientes investigations.

Le professeur George Ellery Hale dirige depuis plus de dix ans cet établissement qu'il a d'ailleurs créé. Ce savant astronome estime que le nouveau réflecteur à grande surface, de cent pouces de diamètre, permettra d'apercevoir au moins cent millions d'astres nouveaux qui viendront s'ajouter aux deux cent dix-neuf millions d'étoiles supérieures à la vingtième grandeur visibles avec l'ancien télescope de soixante pouces de diamètre dont disposait l'établissement.

De plus, les études poursuivies au moyen de la photographie et des appareils spectroscopiques seront grandement facilitées par ce fait que le nouvel instrument sera beaucoup plus lumineux que son devancier.

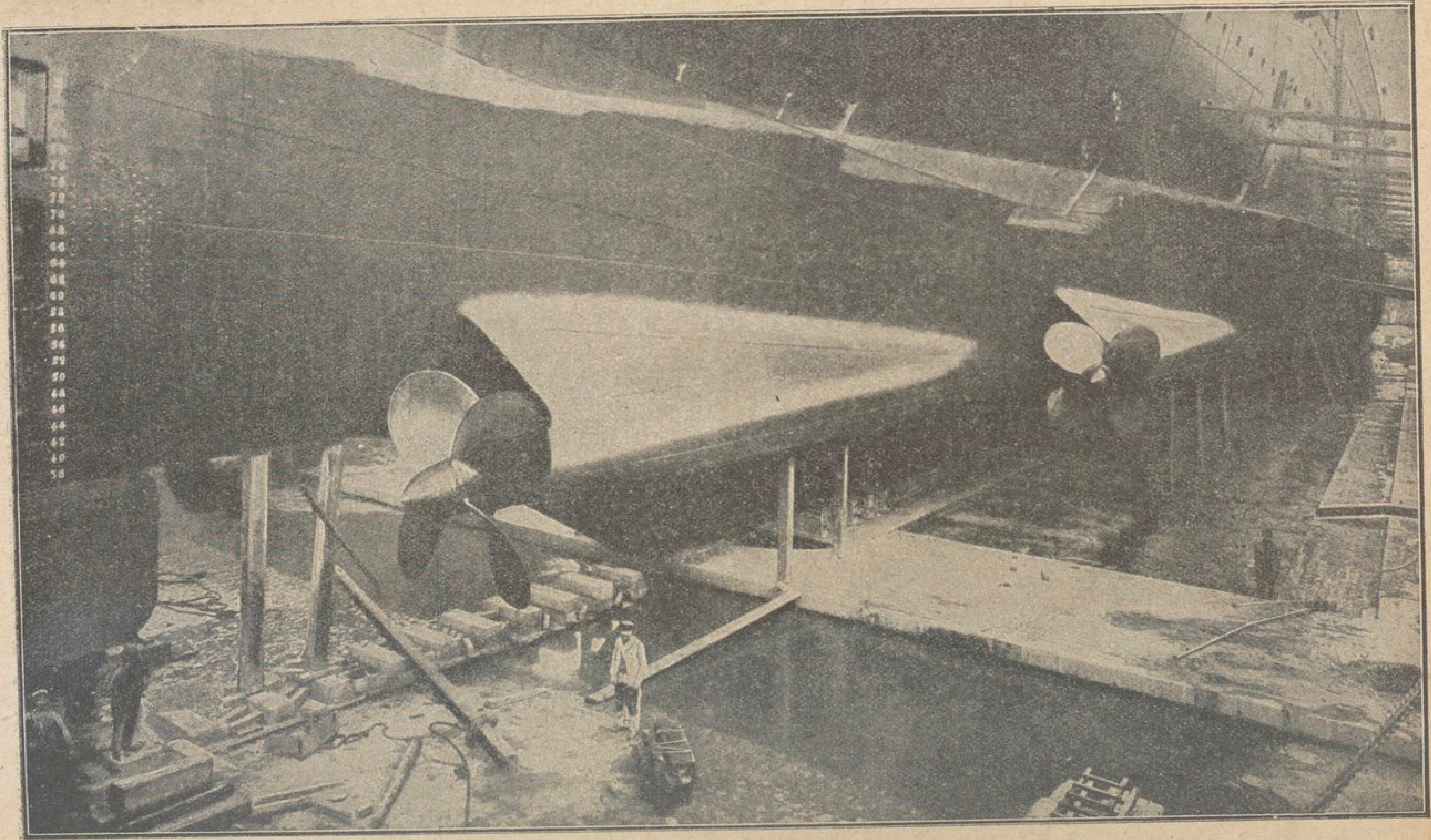
Grâce au spectrographe installé sous terre, dans un puits de vingt-trois mètres creusé dans l'axe de la tour du télescope, on peut voir, espacées de trente millimètres, les deux raies caractéristiques du sodium qui étaient jusqu'ici restées confondues dans les meilleurs spectrographes ordinaires.

La science et l'industrie françaises ont eu leur part de gloire dans le succès du nouveau matériel dont l'Institut Carnegie a doté son observatoire. La Société de Saint-Gobain n'a pas hésité à établir un four spécial capable de fondre à la fois vingt mille kilogrammes de verre optique extra pur. La même firme procède à la construction d'une nouvelle usine destinée à la production des verres spéciaux nécessaires à nos opticiens.

Il est permis d'espérer que les astronomes français, déjà bien outillés, pourront posséder quelque jour des instruments d'étude aussi parfaits que ceux de Mount Wilson.

J. DE LA TOUR DU PREY.

VUE LATÉRALE TRIBORD DE L'ARRIÈRE DU TRANSATLANTIQUE « FRANCE »



Les tubes porte-hélices, reliés à la carène par de solides membranes en tôle d'acier, offrent une résistance très faible à la marche du bâtiment.

L'ÉVOLUTION DE L'HÉLICE PROPULSIVE DES NAVIRES

Par Just CAUDRIMONT

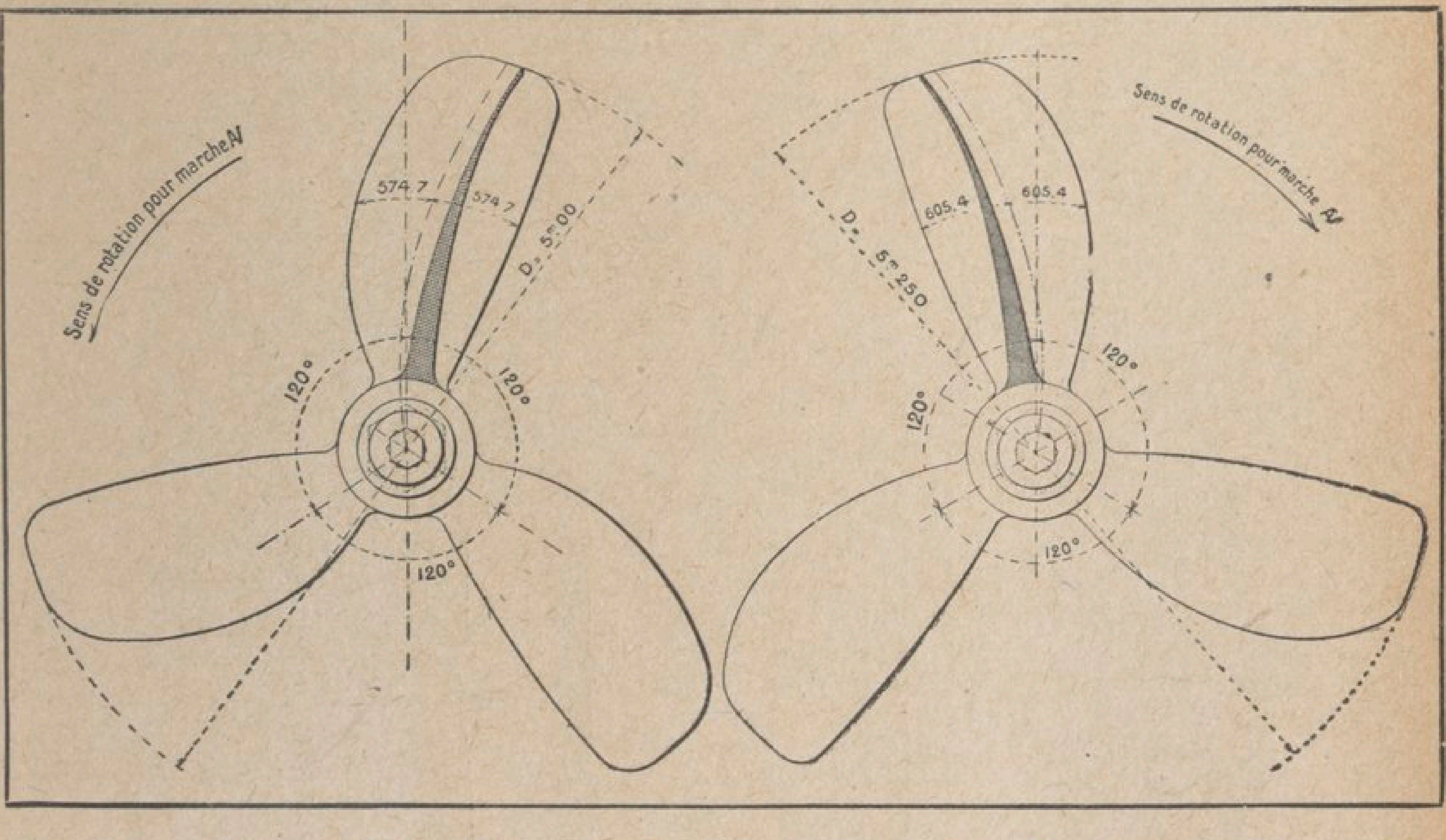
ANCIEN INGÉNIEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES

Il y a plus d'un siècle qu'une hélice propulsive a été appliquée pour la première fois, avec succès, à un navire. C'est, en effet, en 1805, que le colonel américain John Stevens construisit un bâtiment de vingt mètres de longueur, muni d'une hélice à quatre ailes actionnée directement, sans engrenages réducteurs, par un moteur à vapeur monocylindrique assez primitif.

Cependant, comme les roues à aubes donnaient de bons résultats avec des machines fonctionnant à des allures lentes, faciles à réaliser, l'emploi du propulseur hélicoïdal ne reçut à cette époque aucune autre application. Vers 1830, l'inventeur français Sauvage prit pour une hélice propulsive un brevet dont il ne put continuer à payer les annuités faute de ressources. Enfin, en 1836, les ingénieurs anglais Smith et Ericson reprirent et firent progresser la question ; de nombreux navires à hélice furent alors construits en France ainsi qu'en Angleterre.

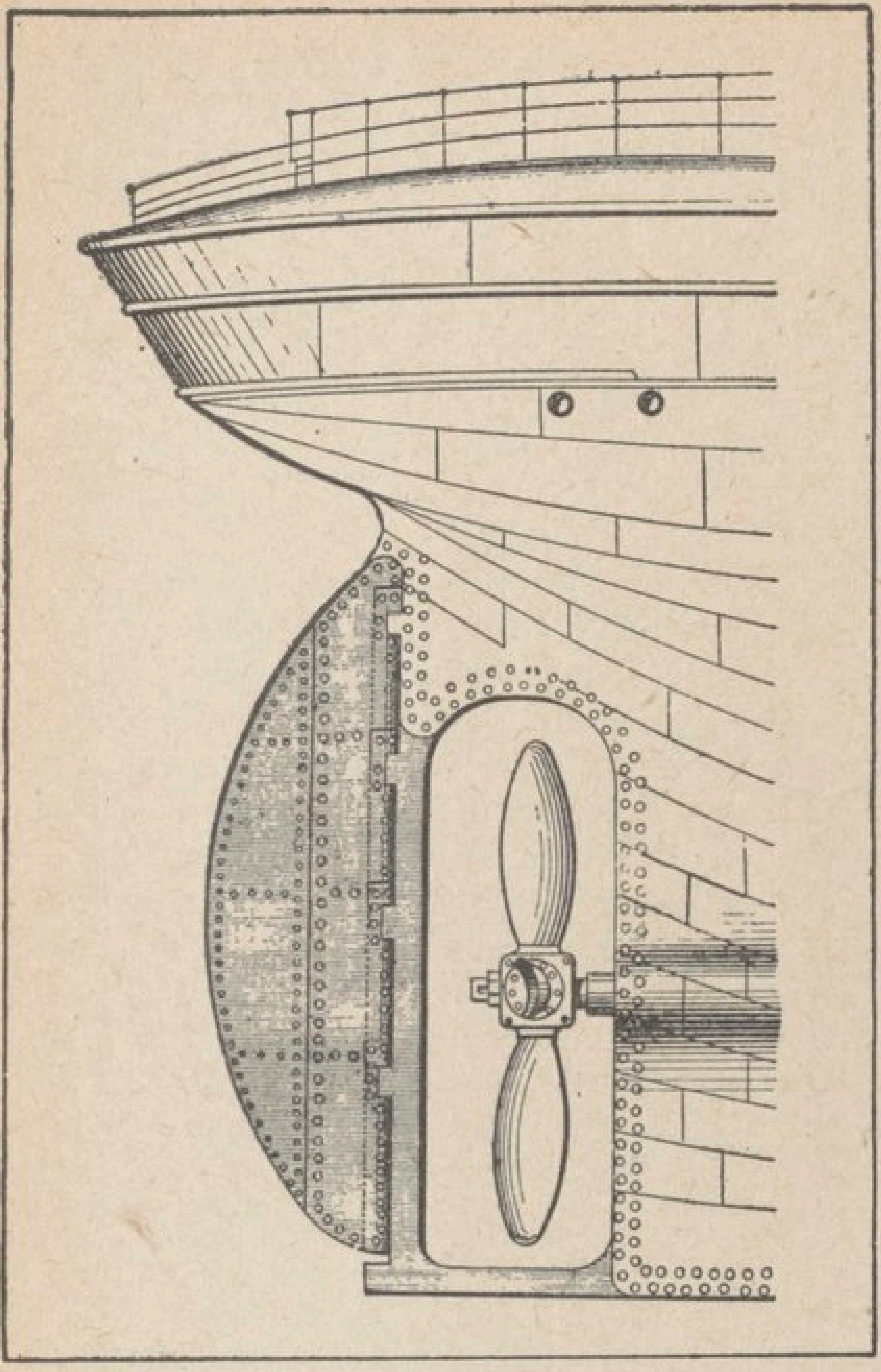
Pendant longtemps, les roues à aubes furent employées, surtout pour les navires rapides, à cause de leur rendement supérieur, mais elles offraient de nombreux inconvénients pour la marine de guerre parce qu'elles sont très exposées aux projectiles et sujettes aux avaries par grosse mer. Enfin, elles présentent un encombrement très gênant, devenu rapidement inadmissible sur les bâtiments de fort tonnage que l'on construit depuis vingt ans dans les chantiers navals.

L'hélice, au contraire, surtout telle qu'on la dispose aujourd'hui, se trouve complètement en dessous de la flottaison, et on a pu l'adapter tellement bien aux besoins des nouveaux navires à turbines à grande



HÉLICES LATÉRALES A TROIS AILES DE L'ANCIEN CROISEUR CUIRASSÉ « LÉON-GAMBETTA »

Ces hélices en bronze, de 5 m. 250 de diamètre, ont trois ailes de 1 m. 211 de largeur, emmanchées à 120° l'une de l'autre sur le moyeu. On voit, par la coupe hachurée intercalée dans les deux figures, que les ailes vont en s'amincissant du moyeu vers leur extrémité.



ARRIÈRE D'UN VAPEUR A HÉLICE CENTRALE

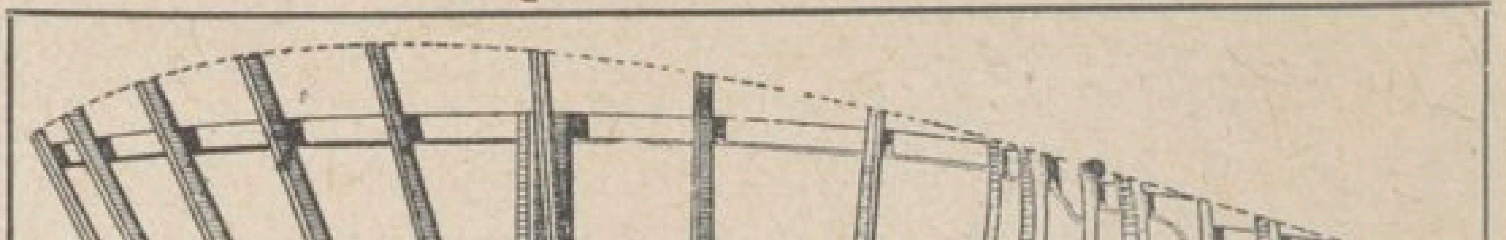
L'hélice à quatre ailes est installée dans un cadre formant cage et constitué par les montants verticaux avant et arrière de l'étambot. En bas du cadre se trouve la semelle horizontale de l'étambot qui prolonge la quille.

vitesse, que son rendement est devenu beaucoup plus satisfaisant qu'autrefois.

On a essayé sur le yacht l'*Avenir*, en 1890, l'hélice Marque, composée de quatre ailes planes amovibles. On a reconnu que cet appareil donnait une utilisation égale à celle d'une hélice ordinaire pour la vitesse maximum, mais que son rendement était très mauvais à toute autre allure. Cette infériorité est due à ce que tous les éléments d'une aile plane ne sont pas propulsifs quand elle se déplace dans l'eau avec une vitesse quelconque, car certains de ses points, frappant le liquide à contre-sens, produisent ainsi une réaction qui fait reculer le navire. On ne peut arriver à conserver une valeur constante du rendement qu'en employant des ailes gauches, fixes, qui peuvent être, comme l'a remarquablement démontré M. Daymard, ancien ingénieur en chef de la Compagnie générale Transatlantique, des surfaces de la famille des paraboloïdes et, plus simplement, des portions d'une surface dite vis à filet carré ou hélicoïde.

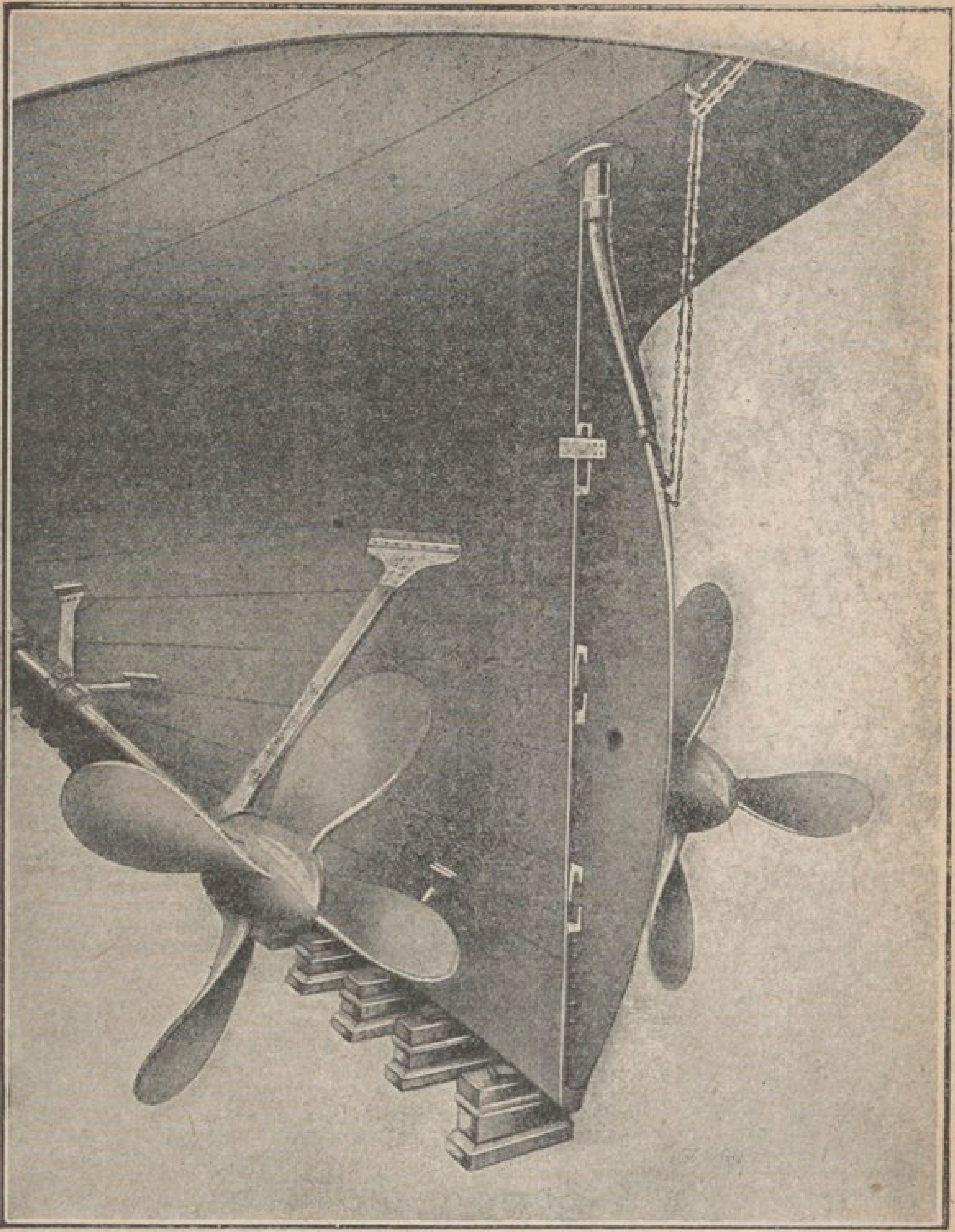
Géométriquement, cette surface gauche est engendrée par une droite génératrice qui se meut parallèlement à elle-même en s'appuyant sur une courbe directrice appelée hélice. La génératrice en question reste perpendiculaire, pendant son déplacement, à l'axe vertical de cette dernière courbe.

Les hélices propulsives sont, par conséquent, des fractions d'hélicoïdes appelées ailes, que l'on implante, comme les rais d'une roue, sur un moyeu cylindrique. Supposons qu'une machine motrice fasse tourner une surface hélicoïdale formée d'une spire, clavetée à l'extrémité d'un arbre et se mouvant dans l'eau à l'arrière d'un navire. Le mode d'action de cette surface peut être comparé grossièrement à celui d'une vis qui, placée dans le sens de la quille, appuierait par sa tête contre un point pris à l'extérieur du navire et dont la partie filetée tournerait



PARTIE ARRIÈRE DE LA MEMBRURE D'UN NAVIRE A HÉLICE

Au centre du cadre d'hélice, dont l'étambot avant et l'étambot arrière forment les montants verticaux, se trouve le tube horizontal de sortie de l'arbre d'hélice. L'espace libre au centre du cadre est dénommé cage d'hélice.



ARRIÈRE D'UN VAPEUR A HÉLICES JUMELLES

Les quatre ailes sont venues de fonte avec un moyeu bombé. Quatre supports rivés sur la coque maintiennent l'arbre porte-hélice qui sort du navire à travers le tube d'étambot. La figure, page 220, montre le nouveau dispositif actuellement employé pour réduire la résistance.

dans l'élément liquide, comme dans un écrou et, suivant le sens du mouvement, ferait avancer ou reculer le navire d'une quantité égale au pas.

La vis ainsi considérée devrait avoir, pour ressembler tout à fait à ce propulseur, deux ou plusieurs filets saillants et formant seulement une petite fraction de spire. De plus, il faudrait admettre que l'eau fût, en quelque sorte, gelée pour servir d'écrou fixe, mais il n'en est pas ainsi eu égard à la mobilité du liquide. L'eau cède, au contraire, plus ou moins sous le choc des ailes et l'axe de l'hélice n'avance à chaque révolution que d'une quantité inférieure au pas, comme nous le verrons plus loin.

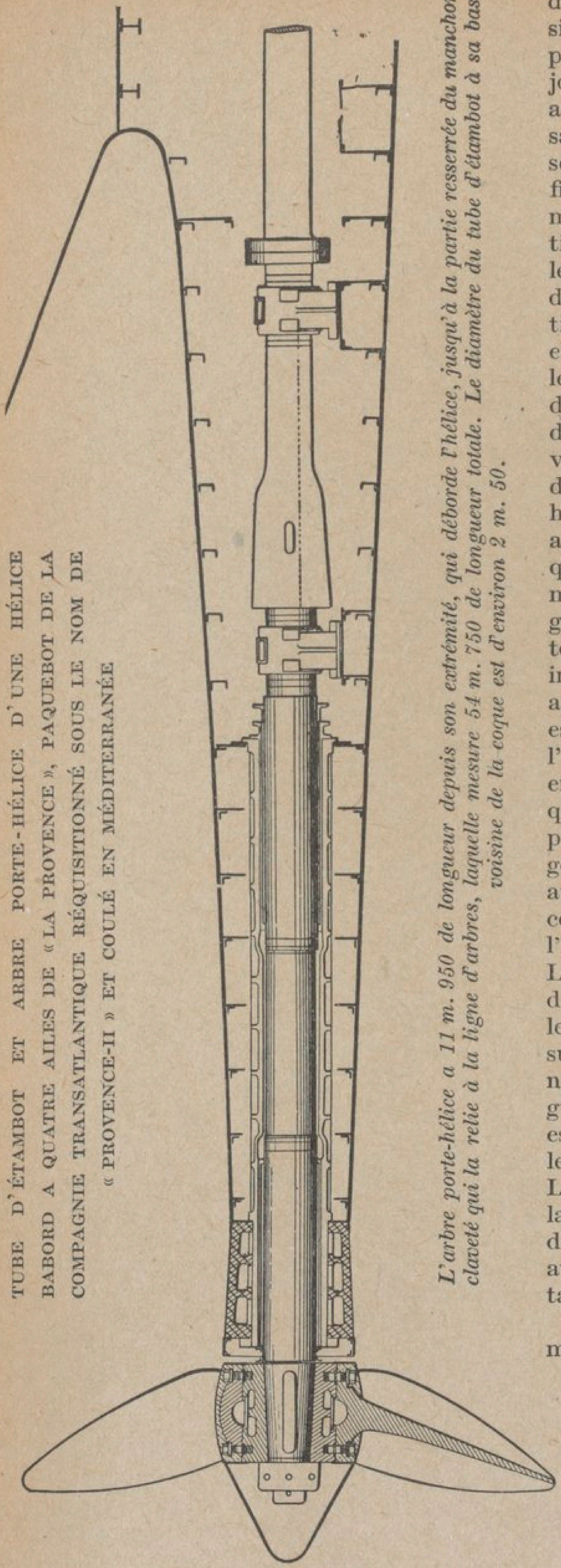
Le diamètre d'une hélice de bâtiment, qui est celui de la circonférence circonscrite aux ailes, est limité par la position des arbres ; il l'est aussi par le tirant d'eau.

En général, on donne aux propulseurs une immersion telle que la distance de leur bord supérieur au niveau de l'eau soit égale au sixième du diamètre, qui est lui-même limité par le voisinage de la carène (hélices latérales) ou par la proximité de l'étambot (hélice centrale). Souvent, sur les petits navires, on obtient une immersion convenable en plaçant les arbres en éventail, c'est-à-dire inclinés de l'avant vers l'arrière, et en disposant les hélices latérales à l'avant de l'hélice centrale. Toutes ces circonstances limitent le diamètre, ce qui est très regrettable, car plus celui-ci est grand, plus la surface d'appui des ailes augmente. D'autre part, le diamètre est généralement égal aux six septièmes du tirant d'eau arrière. Quand l'hélice est montée dans un cadre formant cage, on laisse subsister une distance de dix centimètres entre le dessus de la quille, ou partie inférieure de la cage d'étambot, et la circonférence décrite par l'extrémité des ailes dans leur rotation. On atténue ainsi les chocs produits par l'eau violemment projetée en ce point par le passage des ailes.

Le pas de l'hélice est la longueur de l'axe qui correspond à une spire complète de l'hélicoïde. Le pas est, en général, égal à une fois et demie le diamètre, mais sur les navires modernes à très grande vitesse, on a souvent pris le pas égal au diamètre.

En principe, les propulseurs se composent de surfaces hélicoïdales comprises entre deux plans perpendiculaires à l'axe, distants l'un de l'autre de quantités inférieures au pas. Le rapport de la distance des plans considérés à la longueur du pas a, dans la marine, reçu le nom de *fraction de pas*.

L'expérience a montré qu'un propulseur qui se composerait d'une spire complète



TUBE D'ÉTAMBOT ET ARBRE PORTE-HÉLICE D'UNE HÉLICE BABORD A QUATRE AILES DE « LA PROVENCE », PAQUEBOT DE LA COMPAGNIE TRANSATLANTIQUE RÉQUISITIONNÉ SOUS LE NOM DE « PROVENCE-II » ET COULÉ EN MÉDITERRANÉE

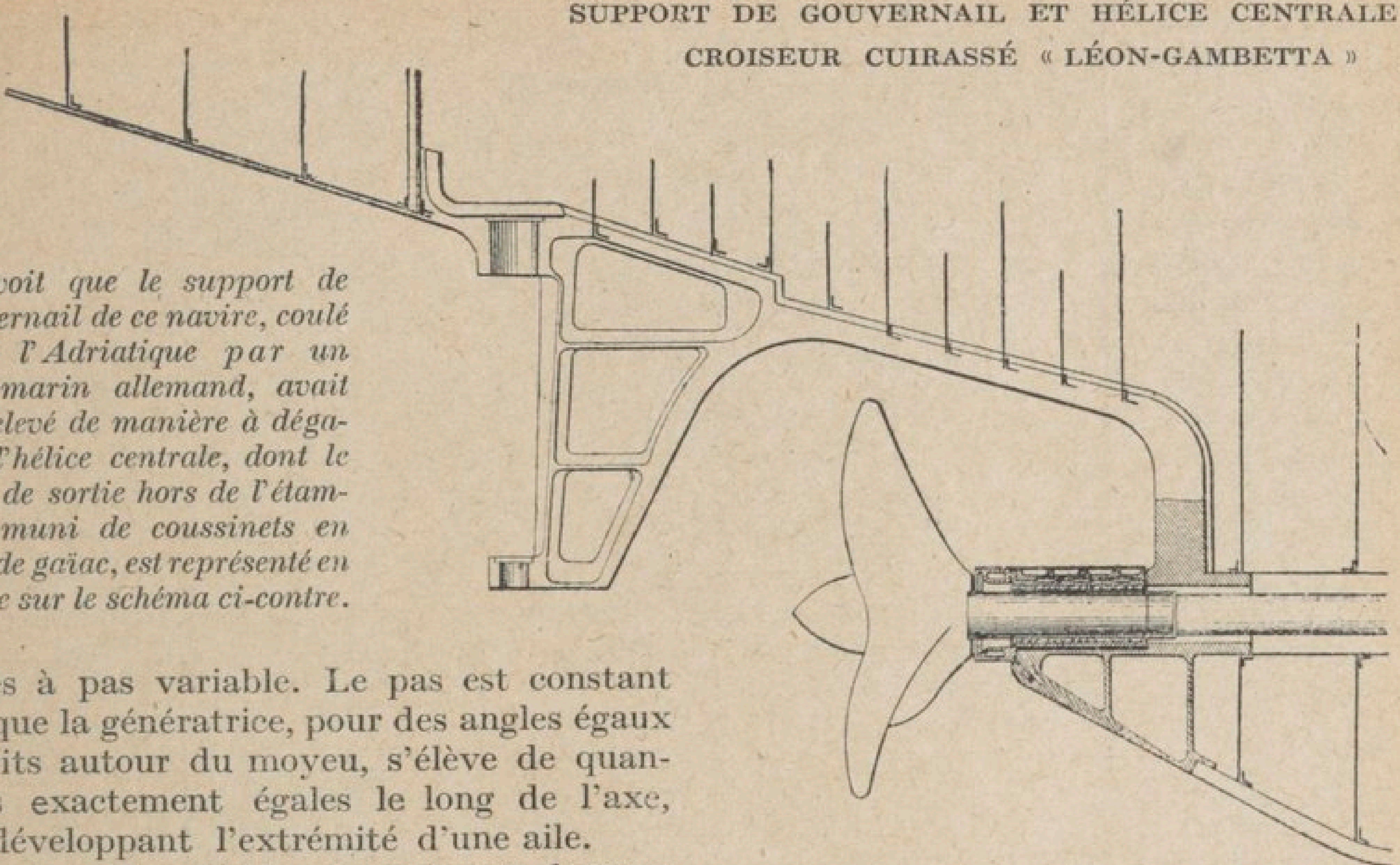
L'arbre porte-hélice a 11 m. 950 de longueur depuis son extrémité, qui déborde l'hélice, jusqu'à la partie resserrée du manchon claveté qui la relie à la ligne d'arbres, laquelle mesure 54 m. 750 de longueur totale. Le diamètre du tube d'étambot à sa base voisine de la coque est d'environ 2 m. 50.

donnerait un mauvais rendement et occasionnerait un remous d'eau considérable. On prend donc la fraction de pas des ailes toujours inférieure à l'unité. Par conséquent, afin d'obtenir une surface propulsive suffisante, pour une faible longueur du propulseur, on a été conduit à développer la superficie de l'hélicoïde en implantant sur le moyeu deux, trois ou quatre surfaces identiques dont les hélices directrices sont décalées de 180°, 120° ou 90°. On donne le nom de *fraction de pas totale* à la somme des fractions de pas partielles de toutes les ailes ; elle est, en moyenne, de 0,25 quel que soit le nombre d'ailes, qui varie lui-même de deux à quatre. Les hélices à quatre ailes donnent les meilleurs résultats au point de vue du rendement et de la faiblesse des trépidations. Si l'eau dans laquelle se meut une hélice était toujours immobile, les bâtiments avanceraient, pour chaque tour, d'une quantité égale au pas. Mais l'eau étant mobile, comme on l'a dit plus haut, la longueur du déplacement du navire pour un tour, c'est-à-dire *l'avance* de l'hélice, est inférieure au pas d'une quantité que l'on appelle le *recul*. Le *coefficient de recul*, qui est le rapport existant entre le recul et l'avance, varie en moyenne de 0,10 à 0,20 en eau calme. L'expérience a démontré, qu'à pas égal, plus le diamètre est grand, plus le recul diminue. MM. Moll et Bourgois ont donné le nom de *résistance relative* au rapport de la section immergée du maître-couple d'un navire à la surface projetée de l'hélice sur un plan perpendiculaire à son axe. La surface immergée du maître-couple étant donnée, la résistance relative diminue quand le diamètre de l'hélice augmente, mais elle subit une augmentation fictive quand le navire en remorque un autre ou marche par grosse mer debout, ou encore si la carène est sale, et enfin, quand la machine tourne le bâtiment étant amarré à un point fixe. Le recul augmente proportionnellement avec la résistance relative, et toute augmentation de la surface du maître-couple par rapport au diamètre de l'hélice diminue dans une certaine mesure le rendement de cette dernière.

On peut classer les hélices de quatre manières différentes : 1° au point de vue de la directrice ; 2° au point de vue de la génératrice ; 3° suivant la forme des ailes ; 4° d'après la disposition et le mode de conjugaison de l'hélice par rapport à l'arbre moteur de la machine qui actionne le navire.

Au point de vue de la directrice, on distingue les hélices à pas constant et

SUPPORT DE GOUVERNAIL ET HÉLICE CENTRALE DU CROISEUR CUIRASSÉ « LÉON-GAMBETTA »

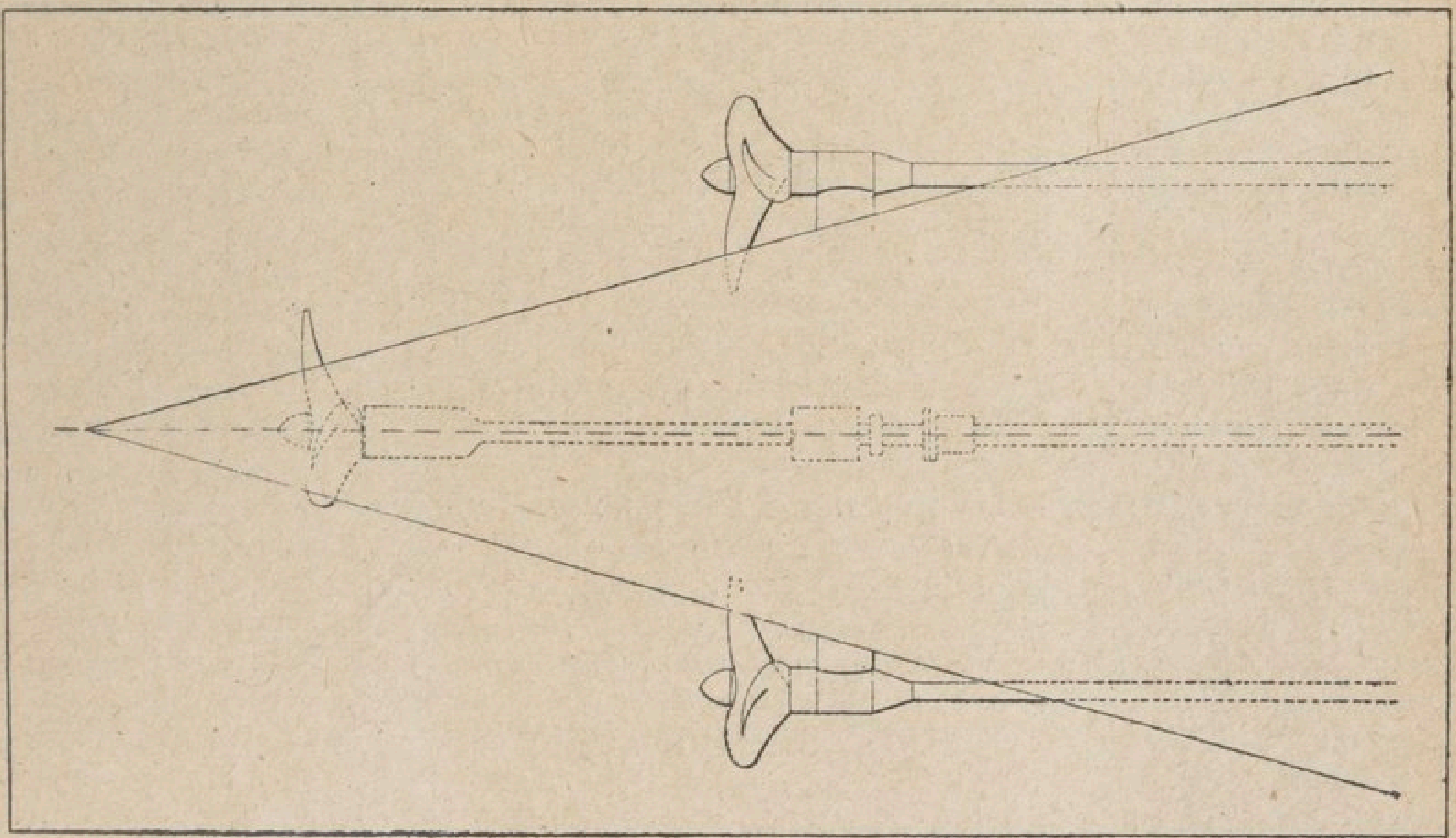


On voit que le support de gouvernail de ce navire, coulé dans l'Adriatique par un sous-marin allemand, avait été relevé de manière à dégager l'hélice centrale, dont le tube de sortie hors de l'étambot, muni de coussinets en bois de gaïac, est représenté en coupe sur le schéma ci-contre.

celles à pas variable. Le pas est constant lorsque la génératrice, pour des angles égaux décrits autour du moyeu, s'élève de quantités exactement égales le long de l'axe, en développant l'extrémité d'une aile.

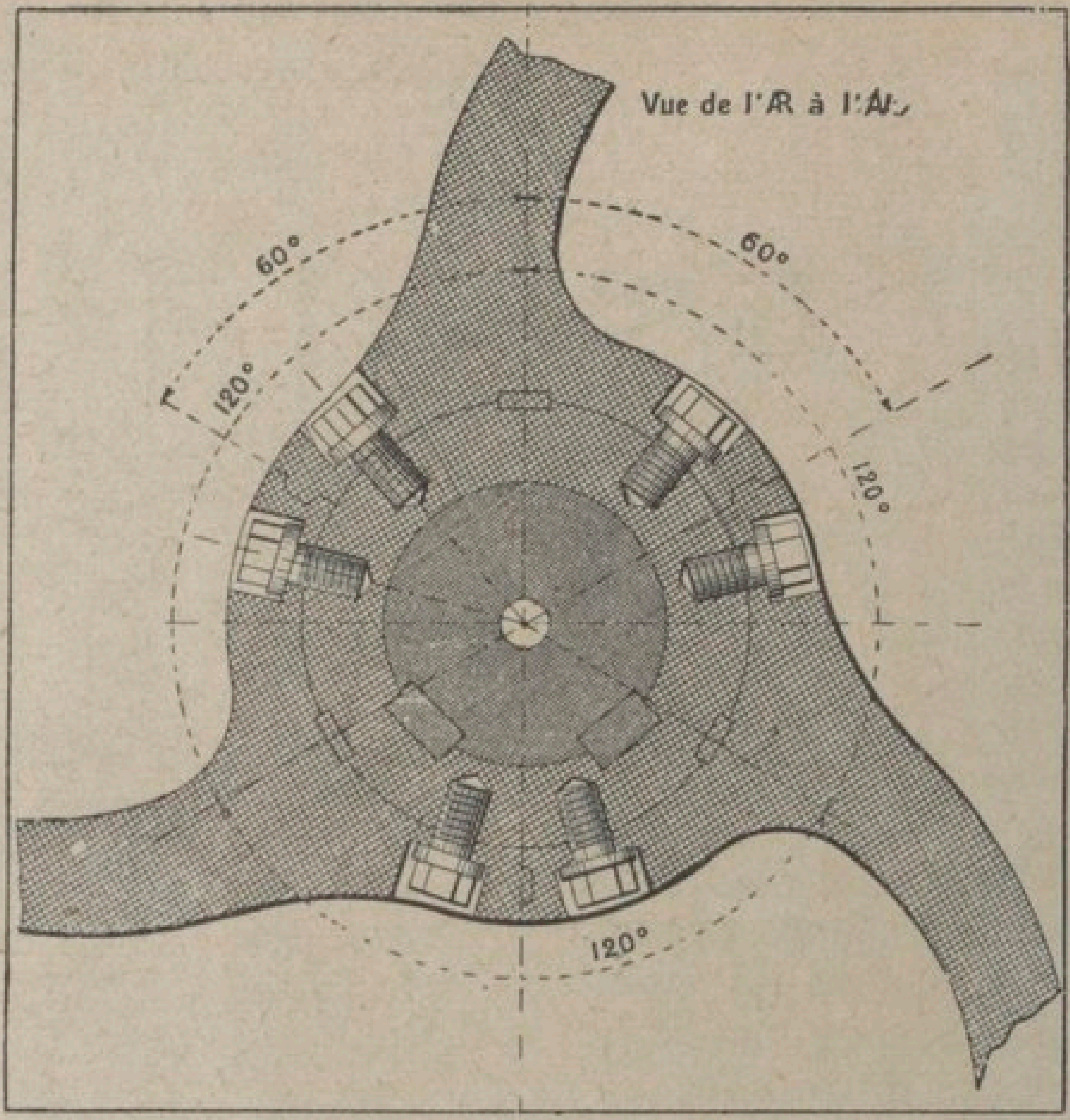
Le pas est variable, ou croissant, lorsque la génératrice, pour des angles égaux décrits autour du moyeu, s'élève de quantités qui vont en augmentant de l'avant vers l'arrière. Le *pas d'entrée* correspond alors à l'arête d'entrée qui se trouve sur l'avant de l'hélice, tandis que le pas de sortie se mesure à l'arête de sortie voisine du moyeu. Dans cette catégorie d'hélices, le pas peut être constant suivant une partie du rayon et variable suivant l'autre, ou bien encore, ce qui est fréquent, la surface hélicoïdale comprendra deux portions d'hélicoïdes raccordées.

Au point de vue de la génératrice, on distingue les propulseurs à génératrice droite et ceux à génératrice courbe, qui peuvent être à pas constant ou à pas variable. Dans le premier cas, la surface gauche est engendrée, soit par une ligne droite perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'hélice *(Brennus, Voltaire)* ou bien par une ligne droite généralement inclinée sur l'arrière *(Jeanne-d'Arc, Dupetit-Thouars)*. Dans les hélices à génératrices courbes, l'hélicoïde est engendré par une ligne courbe. L'hélice classique



LES TROIS LIGNES D'ARBRES D'UN BATIMENT DE GUERRE A TROIS HÉLICES

est à pas constant avec génératrice droite perpendiculaire à l'axe. Dans l'hélice Griffith, de ce genre, très répandue en Angleterre, on emploie un gros moyeu et des ailes développées en forme d'ellipse. L'hélice Normand est à pas variable et à génératrice droite inclinée sur l'axe tandis que dans le propulseur d'Indret, à pas variable, la génératrice est une ligne brisée. L'hélice Thornycroft est caractérisée par sa génératrice en forme de branche de parabole accentuée.

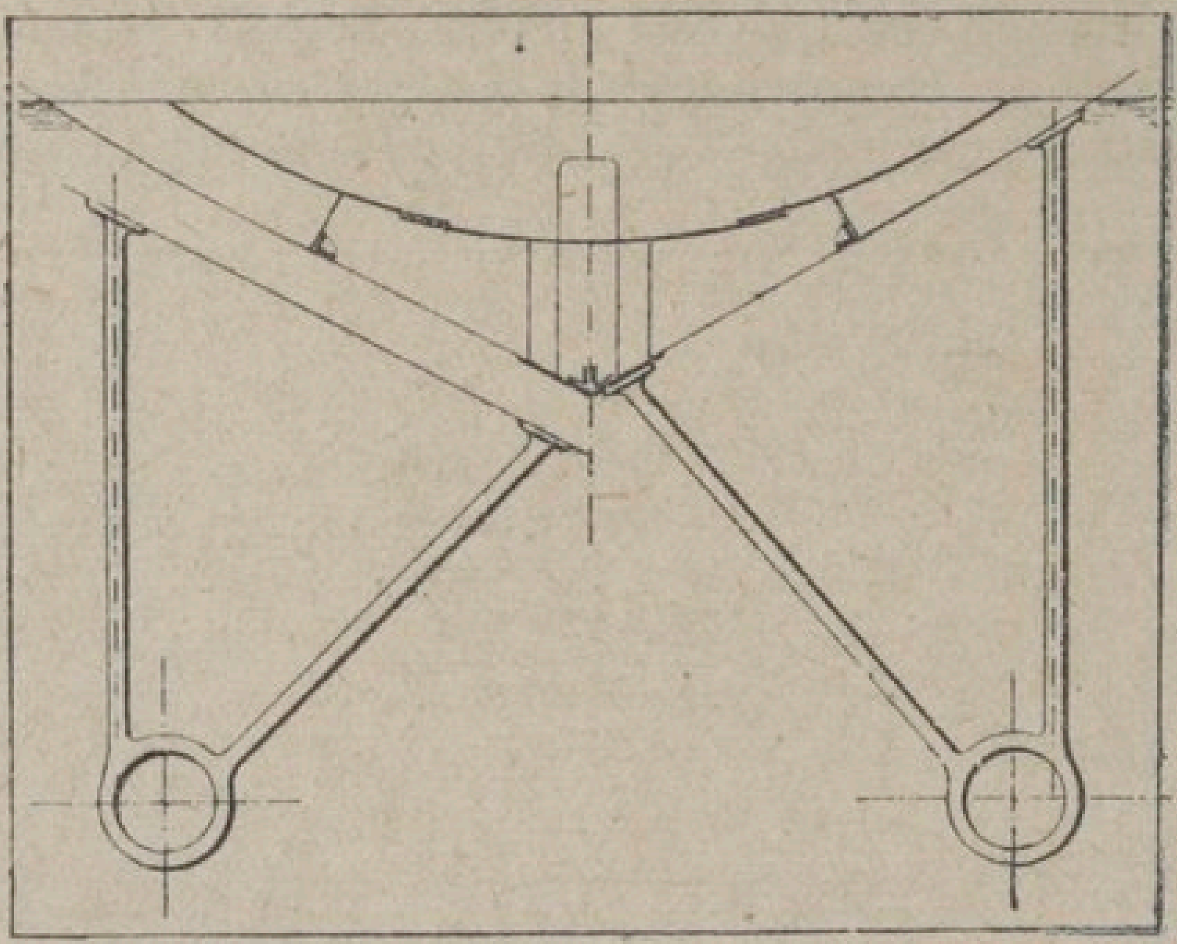


MODE DE FIXATION D'UNE HÉLICE A TROIS AILES SUR SON MOYEU

On voit la disposition des deux clavettes de l'arbre porte-hélice et des six boulons à tête noyée qui fixent l'hélice sur le moyeu.

En général, la fraction de pas, qui varie depuis le moyeu jusqu'à l'extrémité de l'aile, est indiquée sur les plans de construction au moyeu, ainsi qu'au quart, à la moitié et aux trois quarts du diamètre.

Au point de vue de la forme des ailes, on distingue les propulseurs à ailes droites et ceux à ailes courbes. Les ailes des premiers sont déterminées dans l'hélicoïde par des plans. Dans les hélices à ailes courbes, la génératrice est une droite. mais les ailes sont limitées par l'intersection de l'hélicoïde avec des surfaces courbes au lieu d'être simplement découpées par des plans.



SUPPORTS DES DEUX ARBRES PORTE-HÉLICES DU CONTRE-TORPILLEUR « SABRE »

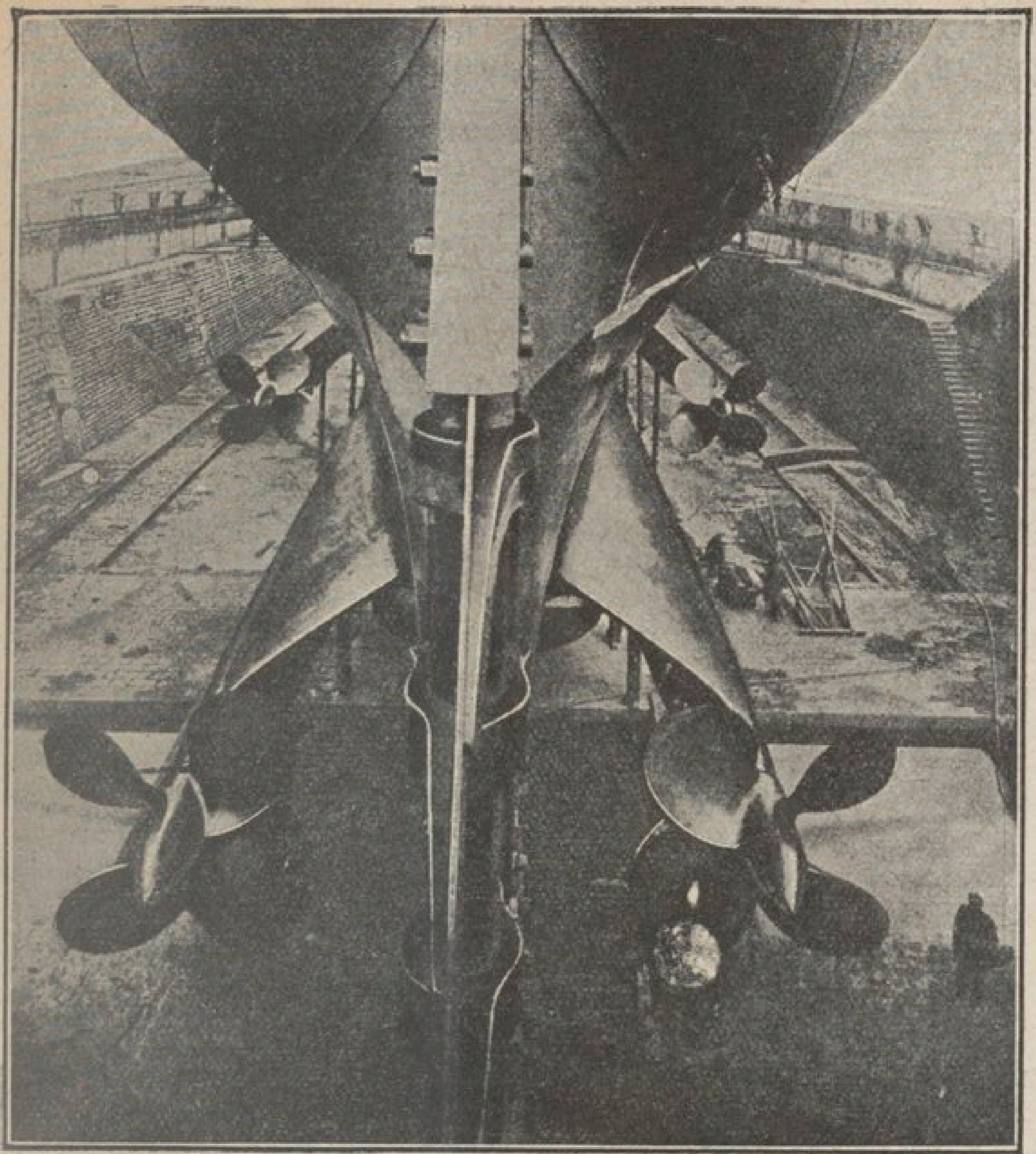
Ces frêles armatures sont incapables d'annuler les vibrations des arbres porte-hélices, car les propulseurs de ces petits navires tournent à des vitesses variant de 400 à 600 tours. Aussi, les anciens contre-torpilleurs de ce type étaient-ils peu habitables.

Quant à la disposition des ailes sur les moyeux, les hélices peuvent avoir, soit deux ailes simples, soit deux ailes doubles, ou bien encore trois ou quatre ailes simples déployées. Enfin, au point de vue de la conjugaison avec l'arbre de la machine motrice, un grand nombre d'hélices sont fixes tandis que d'autres sont amovibles.

La théorie des propulseurs hélicoïdaux est une des questions les plus délicates que l'on ait à considérer en matière de constructions navales. Pour l'établir, on a employé deux méthodes distinctes. Dans la première, étudiée par MM. Doyère, directeur du Service technique des constructions navales, Rateau, ingénieur en chef des Mines, et Drzwiecki, on détermine les efforts dus à la rencontre de l'eau et de l'hélice. La seconde, développée par Lorenz, professeur à l'Ecole polytechnique de Dantzig, considère l'effet hydrodynamique du propulseur sur la masse d'eau qu'il déplace en tournant.

Il y a environ trente-cinq ans, on se contentait encore, pour calculer les dimensions des hélices, d'une règle assez simple formulée, vers 1850, par MM. Moll et Bourgois, à la suite d'expériences sur le *Pélican*. Depuis cette époque, on a mis en service des navires à turbines très rapides et de très fort tonnage, ce qui a nécessité de nouvelles études complètes au sujet des propulseurs.

Les principales recherches pratiques ont été faites en France par M. Normand et, en Angleterre, par MM. J. Thornycroft, S.-R. Froude, et autres



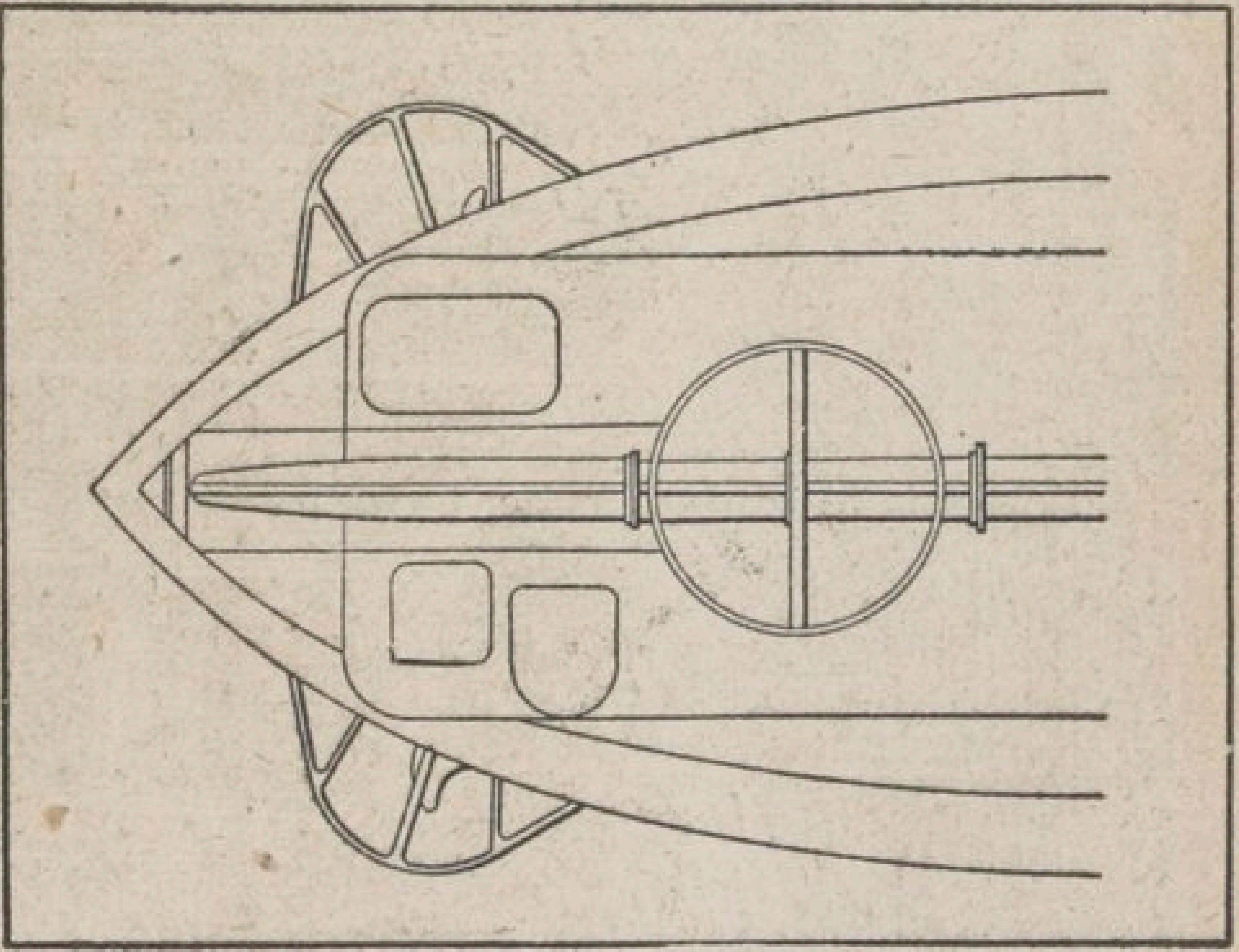
ÉTAMBOT DU PAQUEBOT A QUATRE HÉLICES « FRANCE »

Sur ce transatlantique, les tubes porte-hélices des propulseurs à quatre ailes extrêmes sont reliés à la coque par des membrures de tôle qui ont pour effet de diminuer, dans des proportions très sensibles, les vibrations de l'arbre porte-hélice, si désagréables pour les passagers, surtout aux heures des repas et pendant la nuit.

le nombre d'ailes, le degré d'immersion et tous les autres éléments du propulseur de telle sorte que celui-ci donne la plus grande avance possible au navire avec un effort moteur minimum. La puissance en chevaux nécessaire pour réaliser un nombre de tours convenable dépend de la résistance de l'hélice à la rotation et de sa poussée, c'est-à-dire de la vitesse imprimée au navire. Les conditions de fonctionnement d'un propulseur ne sont pas les mêmes quand il tourne en eau calme ou en eau troublée, et nous avons dit plus haut que son degré d'immersion avait aussi une très notable influence, surtout aux grandes vitesses. Enfin, on a reconnu, à la suite des essais de la *Turbinia*, torpilleur de 45 tonneaux qui reçut la première application d'un moteur à turbines, qu'il se produisait derrière les ailes d'hélices tournant rapidement des cavités vides d'eau et remplies d'un mélange de vapeur et d'air. Ce phénomène, déjà signalé par techniciens spécialistes sur des navires en route libre ou sur de petits modèles remorqués en bassin.

Aujourd'hui, l'habitude s'est répandue d'étudier les problèmes de propulsion des navires au moyen de petits modèles coulés en paraffine que l'on déplace mécaniquement dans des bassins de grande longueur spécialement agencés à cet effet. La marine française possède un bassin d'expériences de ce genre à Paris-Grenelle. En Angleterre, en dehors des bassins officiels de l'Amirauté, il en existe un grand nombre qui dépendent des chantiers privés de constructions navales.

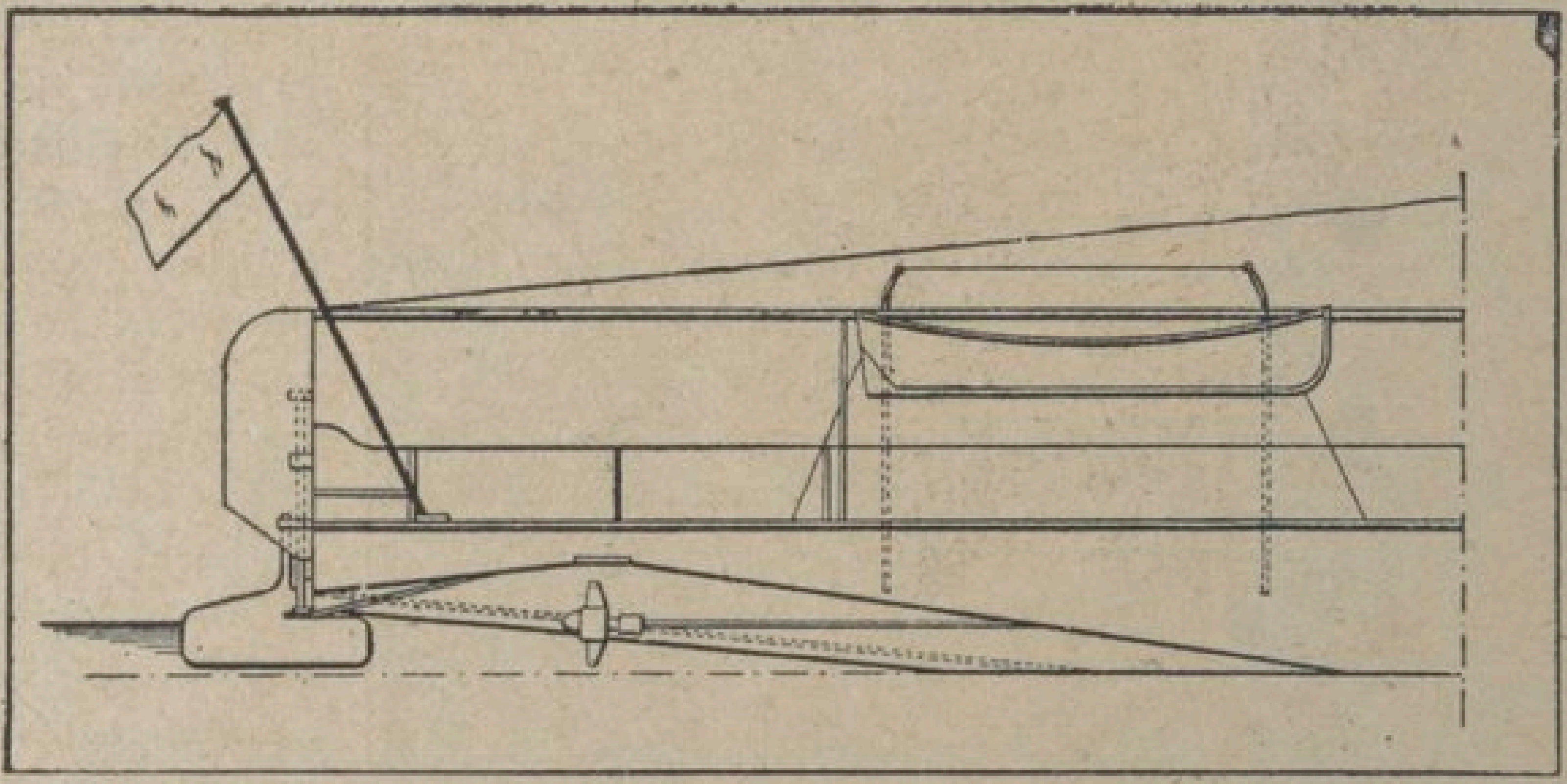
Etant donné une certaine forme de coque, il y a lieu de rechercher quel est le modèle d'hélice qui convient le mieux à sa propulsion. On détermine notamment le pas,



CRINOLINES DE PROTECTION DES HÉLICES

Sur les contre-torpilleurs dont les formes sont très étroites à l'arrière, on est obligé de protéger contre les chocs les hélices jumelles débordantes par des berceaux métalliques.

Normand, dès 1883, dans un rapport à l'Académie des Sciences, reçut en 1898 le nom de *cavitation*. On reconnut qu'il diminuait dans une forte proportion l'utilisation des hélices dont il augmentait considérablement le recul. Cette constatation amena l'amirauté anglaise à exécuter sur un grand nombre de cuirassés et de croiseurs une modification des hélices, dont le rendement fut accru d'un dixième au moins grâce à l'augmentation de leur surface propulsive.



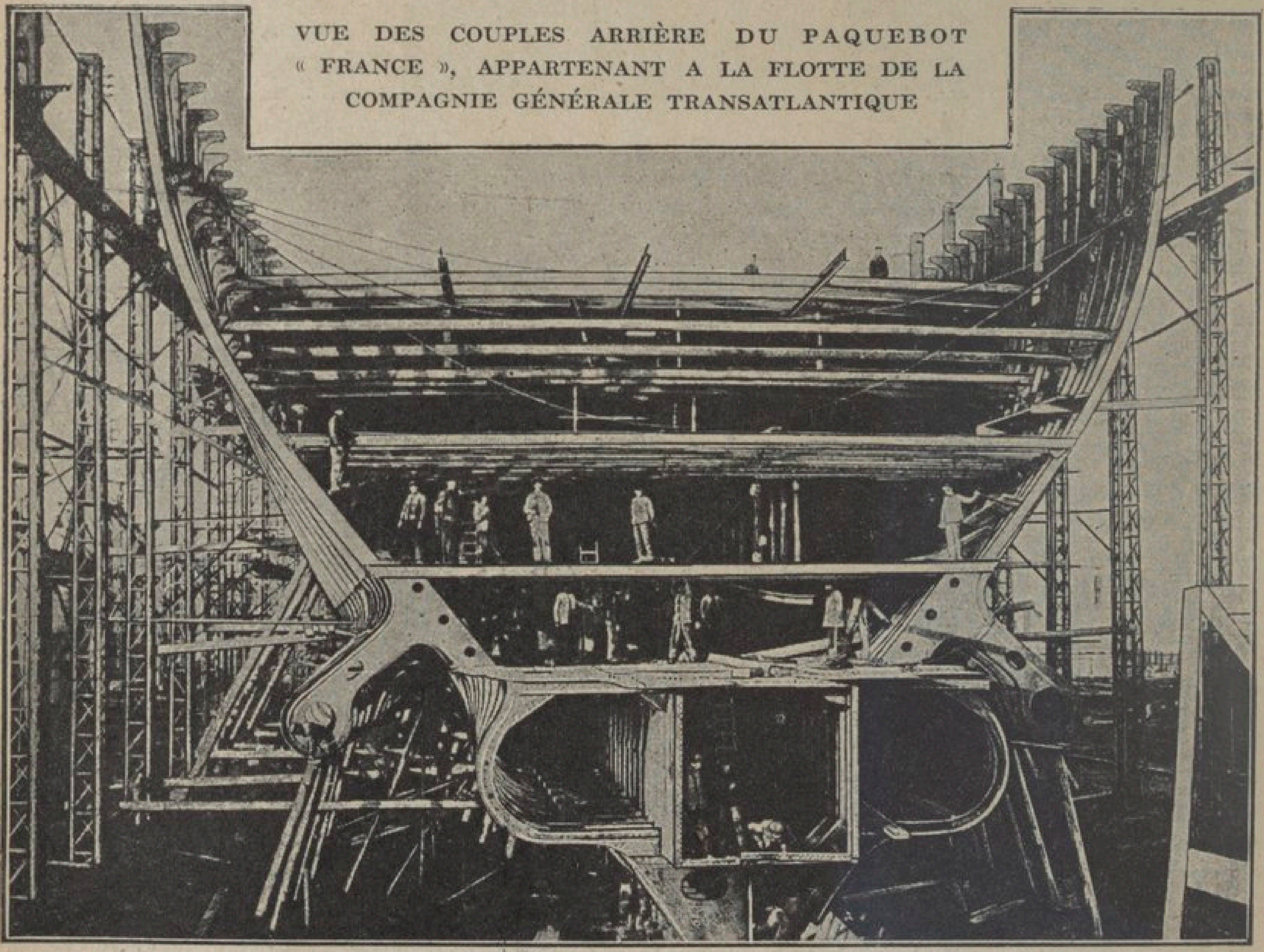
HÉLICE SOUS VOUTE D'UNE CANONNIÈRE FLUVIALE

Le propulseur tourne sous la coque, au sein d'une masse d'eau suffisamment profonde pour que le rendement de l'hélice soit satisfaisant, malgré le très faible tirant d'eau du navire.

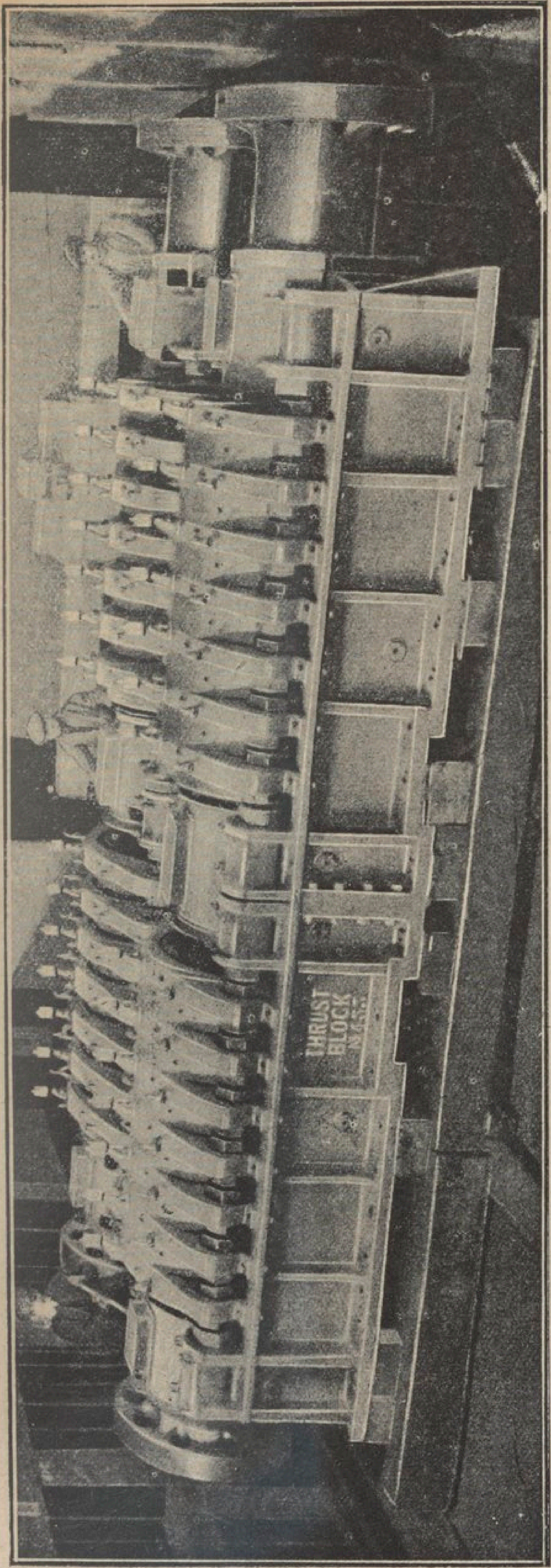
La vitesse d'un navire diminue quand il navigue en eau peu profonde. Il se produit alors une vague de fond qui enraye la marche, sauf dans certains cas particuliers.

Les formes de carènes en voûte au-dessus de l'hélice sont très propices à l'obtention des grandes vitesses, mais elles exagèrent la résistance, parce que l'eau éprouve alors de la difficulté à s'en échapper latéralement et verticalement. Cet artifice est très employé sur les bâtiments à faible tirant d'eau desti-

VUE DES COUPLES ARRIÈRE DU PAQUEBOT « FRANCE », APPARTENANT A LA FLOTTE DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE TRANSATLANTIQUE



Les couples sont formés de pièces d'acier dont la forme est spécialement étudiée en vue de ménager les tubes d'étambot centraux et latéraux qui font partie intégrante de la coque. On arrive ainsi à supprimer les vibrations de l'arbre porte-hélice, ce qui augmente beaucoup le confort du navire.



VUE GÉNÉRALE DU PALIER DE BUTÉE DU TRANSATLANTIQUE ANGLAIS « BRITANNIC » DE LA WHITE STAR LINE

Ces paliers sont destinés à absorber la poussée des propulseurs sur les lignes d'arbres centrales actionnées par des machines à vapeur verticales alternatives, à pistons, tandis que des turbines font tourner les hélices jumelles latérales.

nés à la navigation fluviale. En effet, dans ce cas, on ne peut pas donner aux propulseurs une immersion suffisante pour leur assurer un bon rendement (fig. page précédente).

On a fait de multiples recherches en vue de fixer l'influence de la forme et du nombre des ailes, surtout depuis que l'on applique aux navires des hélices doubles, triples ou quadruples. On a été amené, dans les transatlantiques postaux, à donner aux ailes une allure arrondie, comme le montre la figure page 230, qui représente une des hélices latérales à quatre ailes du navire anglais *Olympic*.

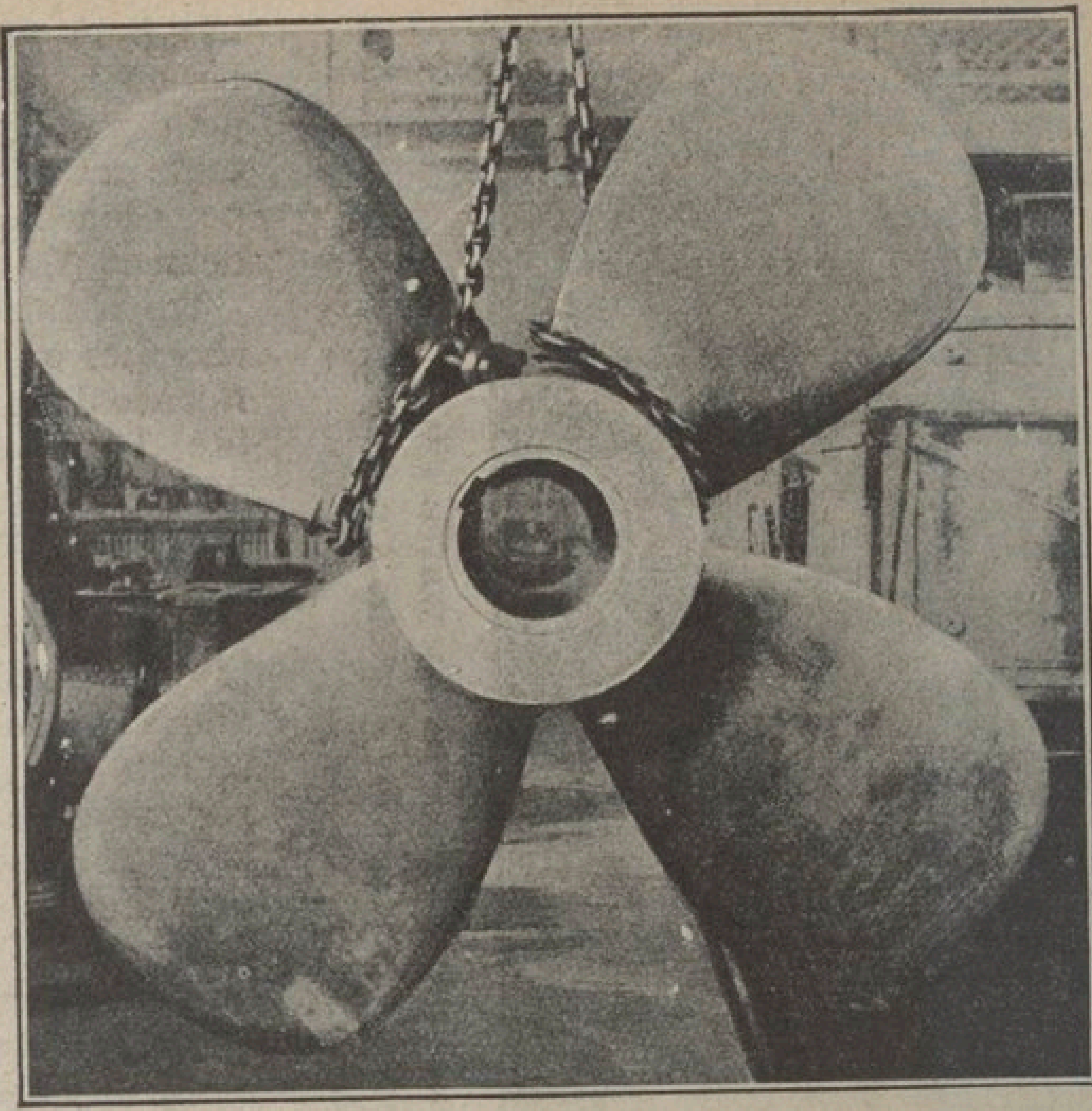
Autrefois, on se contentait de vitesses très faibles, quelquefois inférieures à cent tours, mais, aujourd'hui, les arbres des navires de guerre et même des paquebots à turbines tournent à des vitesses comprises entre 300 et 600 tours. Les machines du paquebot *France*, de 25.000 tonnes, tournent à 240 tours par minute.

Actuellement, tous les navires de 5.000 tonnes à 15 ou 20.000 tonnes, sont munis de deux hélices jumelles disposées symétriquement de chaque côté de l'étambot. Les arbres porte-hélice sont alors suspendus à des chaises-supports spéciales très rigides, en acier moulé, qui ont l'inconvénient de présenter de la résistance à la marche. Les axes des hélices jumelles sont parallèles ou divergent vers l'extérieur. Dans ce dernier cas, M. Normand avait imaginé de chevaucher les hélices de ses torpilleurs pour éviter certains inconvénients résultant de la direction défavorable imprimée au courant liquide qui longe les formes de la carène.

Il n'y a plus guère que les cargos de faible et de moyen tonnage qui reçoivent aujourd'hui une seule hélice. Dans ce cas, il faut immerger le propulseur le plus profondé-

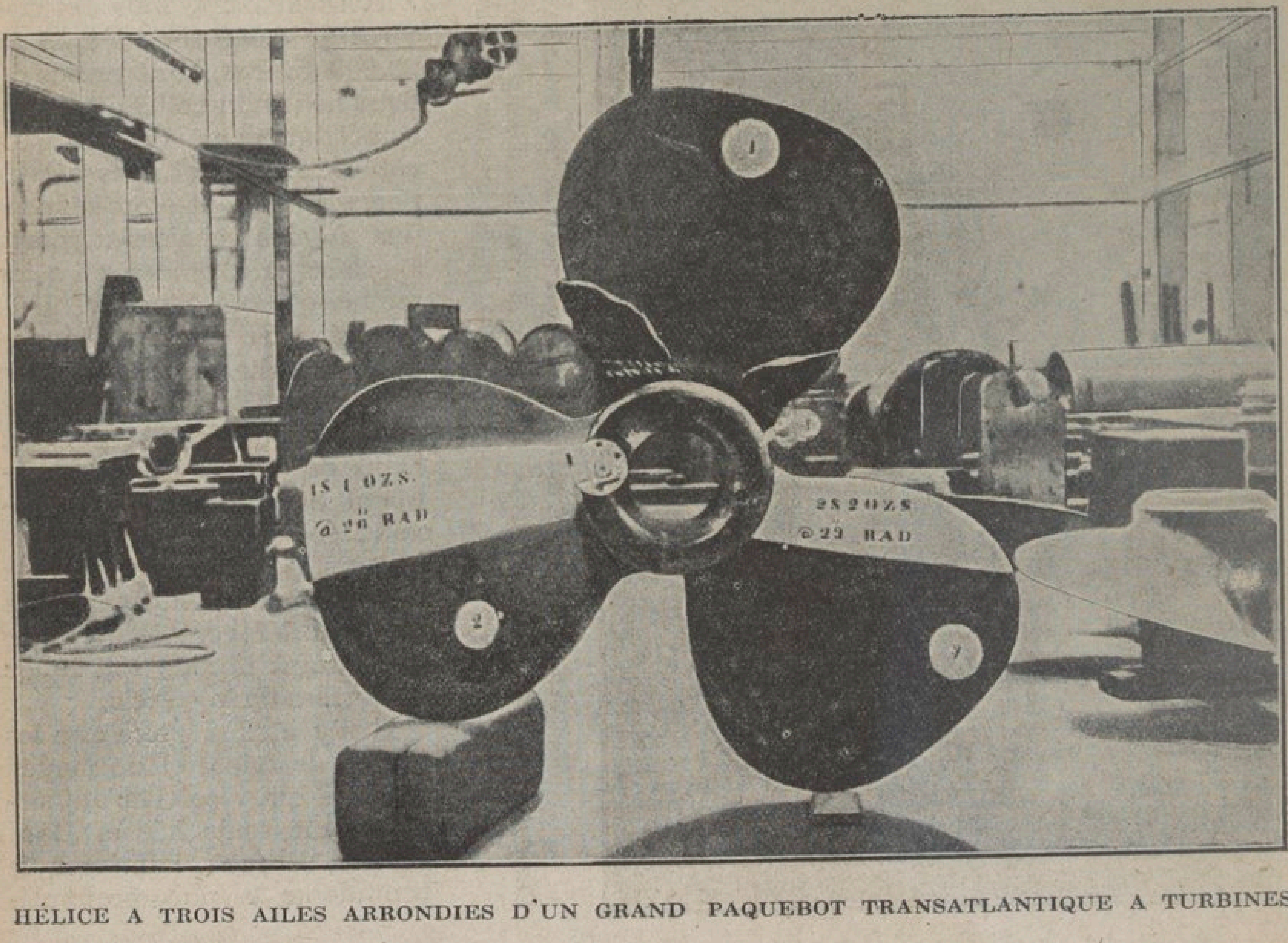
ment possible pour l'empêcher de sortir de l'eau dans les coups de tangage, car cet inconvénient a une grave répercussion sur la machine motrice. Cette dernière s'affole par suite de l'irrégularité de la résistance offerte par l'hélice, qui lui sert en quelque sorte de volant.

On a essayé, sans grand succès d'ailleurs, de monter deux ou trois hélices sur un même arbre, ce qui donnait six hélices dans le cas des arbres jumeaux, neuf pour les navires à trois machines motrices et douze pour les arbres quadruples.

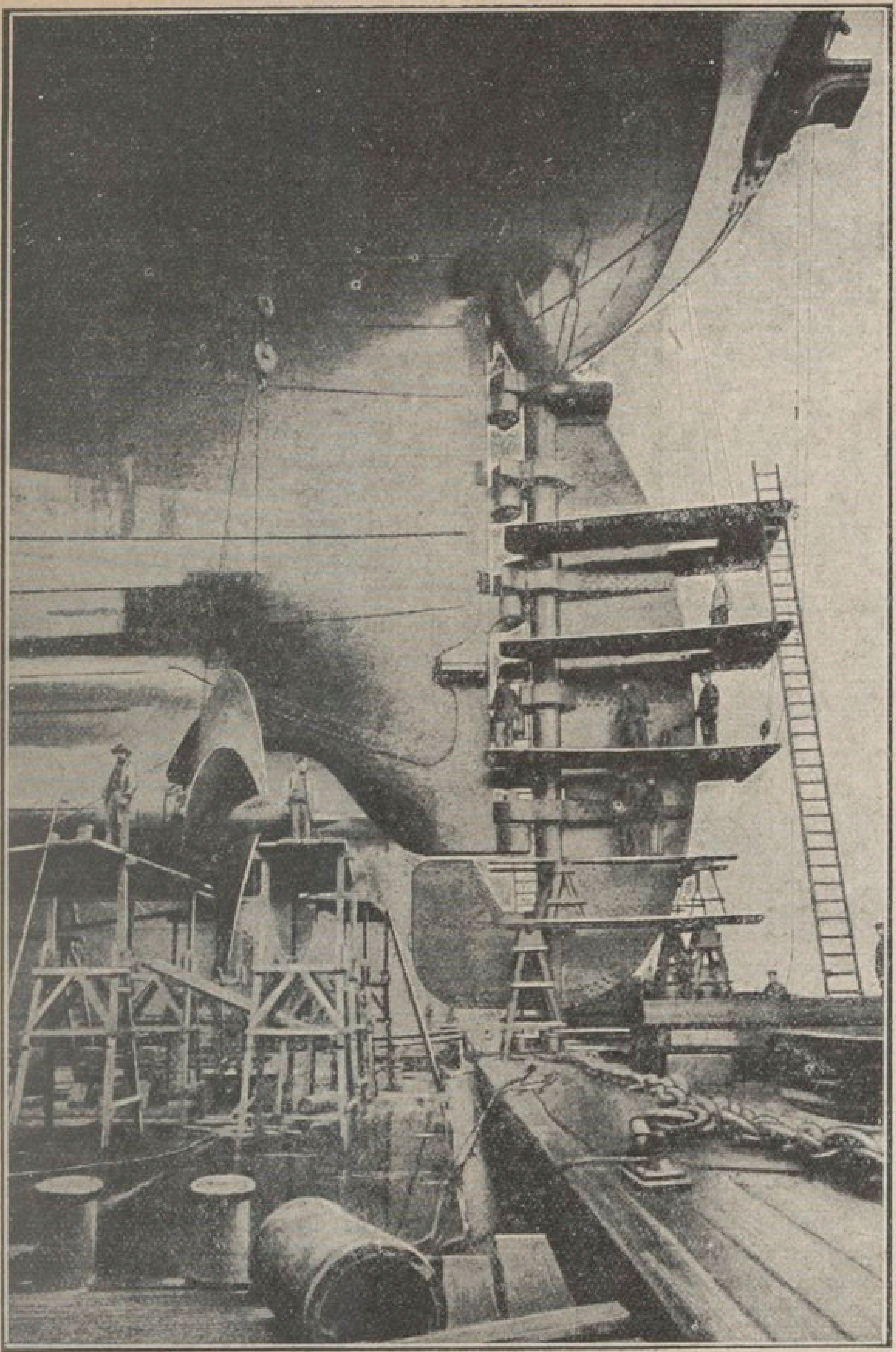


HÉLICE LATÉRALE A QUATRE AILES DE L'« OLYMPIC »
Ce propulseur en bronze-manganèse, de 5 mètres de diamètre avec moyeu d'acier moulé, est actionné par une turbine Parsons tournant à 165 tours et qui développe une puissance de 16.000 HP.

L'hélice est reliée aux arbres moteurs des machines verticales ou des turbines, qui lui impriment son mouvement de rotation par un ensemble de pièces cylindriques manchonnées constituant l'*arbre de couche* ou la *ligne d'arbres*, laquelle se termine, à cet effet, par un plateau d'accouplement. Le dernier arbre de la ligne, le plus voisin de l'hélice, s'appelle *arbre porte-hélice*. La ligne d'arbres peut être très longue, surtout dans les grands transatlantiques et croiseurs de fort tonnage,



HÉLICE A TROIS AILES ARRONDIES D'UN GRAND PAQUEBOT TRANSATLANTIQUE A TURBINES



HÉLICES DU TRANSATLANTIQUE ALLEMAND « IMPERATOR »
Les tubes d'étambot sont disposés exactement comme ceux de la France, *représentés par les figures des pages 220 et 227.*

où elle dépasse souvent 50 mètres, ce qui a pour inconvénient, difficile à éviter, de donner naissance à des flèches de 10 à 12 millimètres entre deux paliers consécutifs.

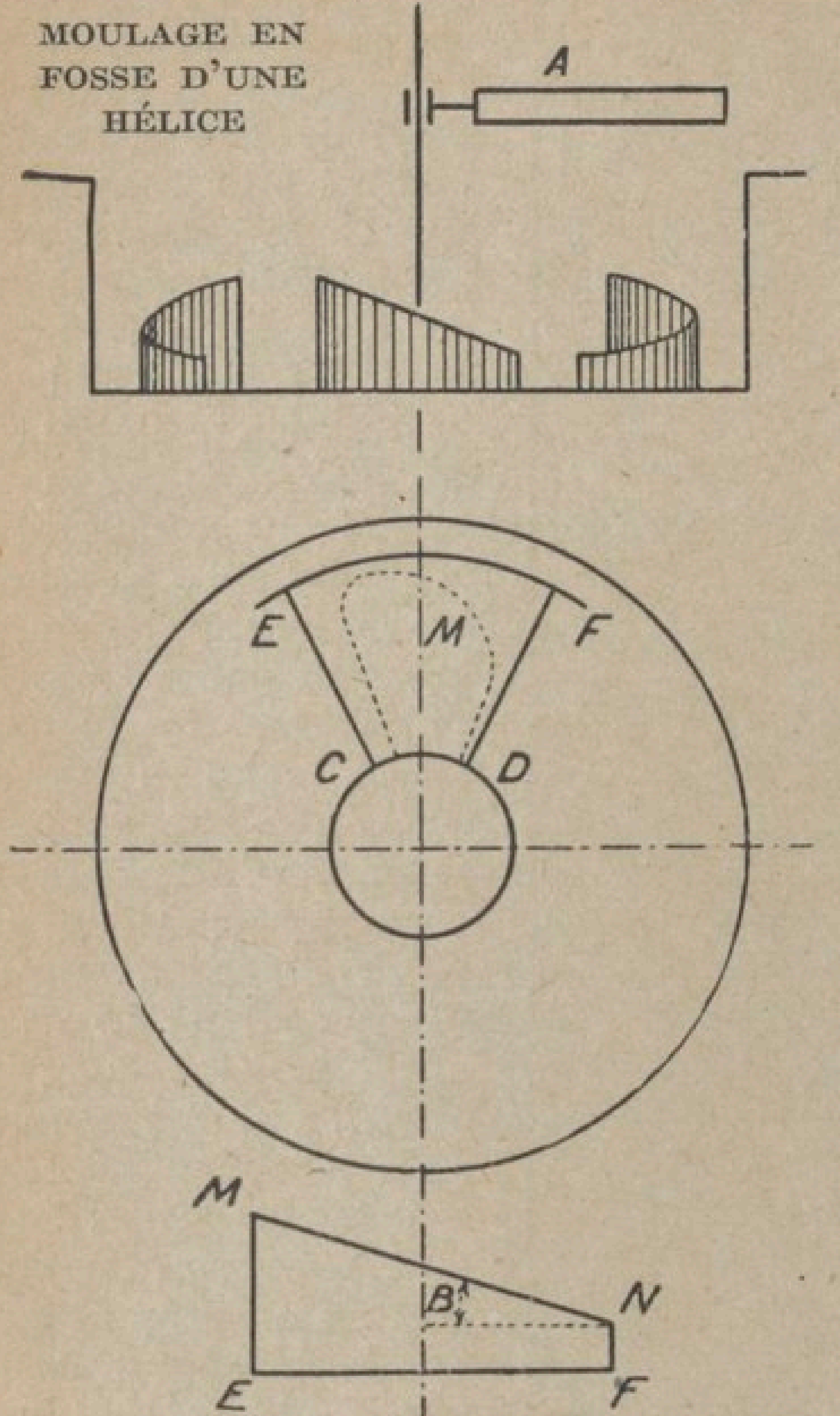
L'arbre porte-hélice passe dans un presse-étoupes qui empêche l'eau de la mer de pénétrer à l'intérieur du bâtiment. Il est placé à l'extrémité d'un tube étanche fixé, dans les navires à une seule hélice ou à hélice centrale, sur une cloison étanche supportant la partie avant, tandis que l'arrière passe à travers un support annulaire ménagé dans l'étambot et qui se nomme *tube d'étambot*. Pour les hélices latérales, les tubes de sortie d'arbres s'appuient à l'avant sur une cloison étanche, et à l'arrière sur la coque du navire. Les coussinets sont en bronze avec des bandes de bois de gaïac.

Sur l'arbre porte-hélice ou sur celui qui le précède, est installé un robuste palier spécial dit de *butée*, qui reçoit la poussée du propulseur et la transmet à la coque. En général, sur les paquebots, ce palier transmet simplement la poussée, tandis qu'un autre palier ordinaire contigu supporte l'arbre. Ce dernier comporte des collets venus de forge avec lui qui tournent dans une série de cannelures garnies de métal antifriction et pratiquées dans le palier, lui-même solidement relié à la coque. Le nombre des collets doit être suffisant pour que la pression transmise par l'hélice, exprimée en kilogrammes par centimètre carré, reste modérée.

L'emmanchement des hélices est généralement conique, afin de faciliter les démontages. On les construit comme toutes les pièces de fonderie en acier ou en bronze, soit d'un seul jet, soit en plusieurs parties, les ailes étant alors rapportées sur un moyeu central.

Les hélices des cargos, généralement en fonte, sont coulées d'un seul jet, car elles coûtent ainsi environ la moitié du prix d'une pièce à ailes rapportées. Ce dernier genre de propulseur présente parfois une résistance supplémentaire offerte par ses écrous en saillie, mais on peut encastrer ces derniers dans la base de l'aile et les recouvrir d'une enveloppe de métal ou de ciment raccordée avec la surface du moyeu. Si une aile d'une hélice coulée d'un seul jet vient à se briser, la pièce était autrefois perdue, mais, aujourd'hui, la soudure autogène ou électrique permet d'effectuer des réparations très solides qui ne sont pas onéreuses. Les ailes

MOULAGE EN FOSSE D'UNE HÉLICE



A, règle rigide tournant horizontalement au dessus d'une fosse cylindrique au fond de laquelle sont disposés quatre secteurs en tôle C, D, E, F. *Etant donnés le développement* E' F' *de l'arc* E F *et le pas, on cherche le développement de l'hélice correspondant au rayon* D F. *Pour cela on construit le trapèze* M N E' F' *et* M N *est le développement de l'hélice projetée en* E F. *Ces trapèzes, construits en tôle, sont cintrés au rayon de l'arc* E F *et fixés sur le sol. On entoure le tout d'une maçonnerie de briques que l'on recouvre de sable à mouler. On obtient la surface hélicoïdale en faisant tourner la règle* A.

rapportées peuvent être démontées et remplacées assez rapidement en cas d'avarie, surtout quand il s'agit d'hélices centrales que l'on peut faire sortir de l'eau en déchargeant la cargaison à l'arrière, si l'on ne dispose ni d'un dock suffisamment spacieux, ni d'un scaphandrier très expérimenté.

Les hélices d'un seul jet sont aussi employées sur les torpilleurs ; en général, celles des croiseurs et des cuirassés sont à ailes rapportées (navires français *Patrie, Vérité, République, Victor-Hugo, Jules-Ferry*).

Par contre, les propulseurs des cuirassés à turbines du type *Danton,* bâtiments de construction récente, sont coulés d'un seul jet.

La fonte est, naturellement, le métal le meilleur marché, et une hélice en fonte coûte dix fois moins cher que si elle était en bronze. Une aile en fonte, heurtée violemment contre un obstacle tel qu'une jetée ou une épave, se casse nettement sans endommager l'arbre ; au contraire, les ailes en acier ou en bronze, assez fortes et assez flexibles pour résister au choc, sont quelquefois déformées et faussent souvent l'arbre, qui peut même se briser.

Les hélices en acier sont légères et leur efficacité est considérablement accrue par suite de la réduction de leur épaisseur.

Malheureusement, l'acier, et surtout l'acier moulé, est sujet à des corrosions rapides sur le dos des ailes, d'autant plus que celles-ci sont mal protégées par la peinture dont elle sont recouvertes, de même que par les couches de nickel ou de métal Muntz auxquelles on a eu souvent recours inutilement.

Aussi le bronze phosphoreux, le bronze-manganèse, très tenace, le métal Parsons, le bronze Stone, le métal Delta, etc., remplacent-ils l'acier dans la plupart des cas.

Les hélices de bronze manganésé fournies par la Maison Normand, du Havre, sont très légères et peuvent subir d'utiles réparations après un choc, cet alliage pouvant se forger indifféremment à froid ou à chaud.

Certains constructeurs emploient des hélices en bronze dont les ailes sont coulées d'une seule pièce avec un moyeu cylindrique. Les segments du moyeu sont fixés sur une couronne en acier ou en bronze par des boulons noyés, et l'on consolide l'ensemble à l'avant et à l'arrière au moyen de deux manchons d'acier emmanchés à chaud et formant frettes.

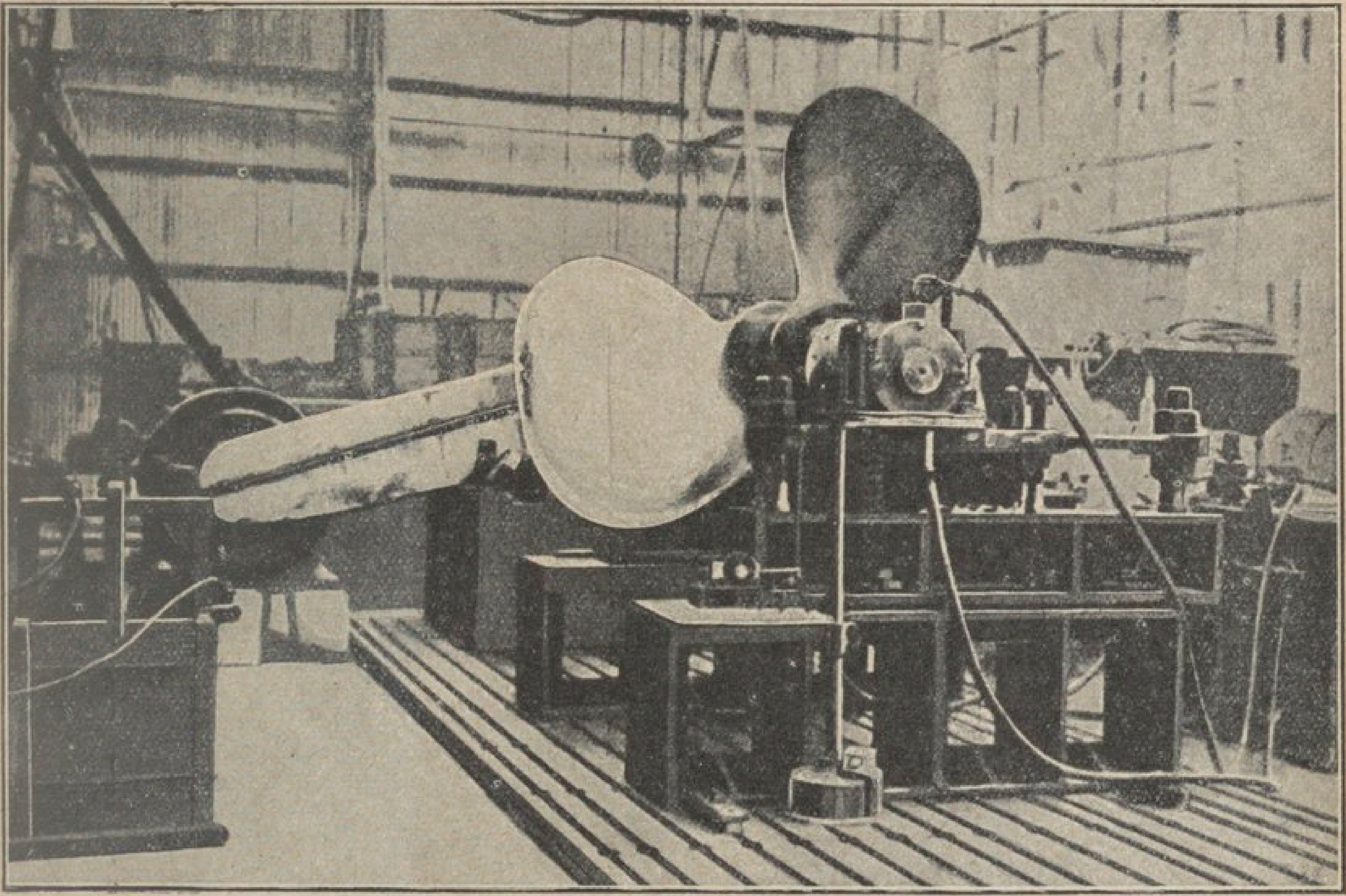
Le moyeu central, tourné suivant une forme conique, s'ajuste sur l'arbre muni de deux clavettes longitudinales disposées suivant la médiane des ailes (fig. page 226).

On fait tourner les hélices doubles en sens inverse l'une de l'autre, afin d'annuler l'effet giratoire résultant du fait que les poussées qui se produisent sur les différentes ailes d'une même hélice propulsive ne peuvent jamais être complètement identiques.

On a construit un certain nombre de grands navires à trois hélices, dont une centrale qui est disposée dans le cadre de l'étambot, comme le cas d'un propulseur unique. Le calcul de cette hélice est difficile, car, située en arrière des hélices latérales, elle travaille dans une eau troublée par le passage de ces dernières et animée d'un mouvement tourbillonnaire qui est très défavorable au rendement. Ce dispositif est peu employé.

Tous les grands transatlantiques ainsi que les navires de guerre rapides et même les

cuirassés de fort tonnage sont, aujourd'hui, munis de deux groupes d'hélices jumelles dont notre photographie page 227 montre cette disposition appliquée sur le transatlantique la *France*, construit par les chantiers de Saint-Nazaire-Penhoët. Nos diverses illustrations pages 220 et 231 font clairement comprendre la forme spéciale que l'on a donnée aux couples de l'arrière, de manière à réaliser facilement les tubes porte-hélices, qui font, par rapport à la carène, une simple saillie bombée permettant de supprimer l'inconvénient des anciens supports extérieurs en acier moulé si nuisibles à la vitesse.



DISPOSITIF SERVANT A L'ÉQUILIBRAGE D'UNE HÉLICE A TROIS AILES

Comme tous les corps animés d'un mouvement giratoire autour d'un axe, les ailes des hélices d'un bâtiment à grande vitesse doivent présenter exactement les mêmes dimensions et le même poids afin d'annuler les perturbations dangereuses dues aux phénomènes gyroscopiques.

On monte les hélices dans un bassin de radoub en les suspendant à des palans. On a soin de protéger les arêtes au moyen de paillots. Les démontages et les réparations s'exécutent dans les mêmes conditions, car on a renoncé, et pour cause, aux anciens dispositifs qui permettaient d'accéder aux hélices centrales par des puits verticaux pratiqués à travers la coque au-dessus de la cage fermée par les étambots avant et arrière.

En résumé, les progrès réalisés en ce qui concerne la propulsion des navires ont surtout consisté dans une adaptation plus rationnelle à chaque type de coque, de la forme d'hélice qui lui convient spécialement. Les travaux théoriques de nos ingénieurs du génie maritime français, notamment ceux de M. Doyère, qui a soumis la question au calcul d'une manière très rigoureuse, ont largement contribué à faciliter les études des constructeurs. On a pu vérifier, et souvent même prévoir les résultats obtenus au cours des nombreuses recherches effectuées dans plusieurs bassins d'essais avec divers modèles de propulseurs hélicoïdaux.

Grâce aux formes que l'on donne aux hélices modernes, on a pu imprimer des vitesses de 35 nœuds à des navires de guerre de fort tonnage, tels que les nouveaux croiseurs de bataille américains de 32.000 tonnes, qui recevront des machines motrices développant une puissance totale de 180.000 chevaux. On a effectué la traversée de l'Atlantique au moyen de paquebots de 40.000 tonnes pouvant soutenir, pendant près d'une semaine, sans discontinuer, une vitesse moyenne supérieure à 24 nœuds, actionnés par quatre turbines de 17.000 chevaux chacune (*Lusitania*, coulée par les Allemands).

JUST CAUDRIMONT.

LE PONT MÉTALLIQUE DE BEAVER (PENSYLVANIE)

Cette photographie partielle du magnifique ouvrage d'art construit sur l'Ohio montre les difficultés de la tâche des ingénieurs et les conditions périlleuses du travail des ouvriers.

LES PROCÉDÉS DE FABRICATION DE LA " CHAUSSURE NATIONALE "

Par Louis GAUBY

Le 14 août 1917, le *Journal officiel* publiait un décret instituant la chaussure nationale. En présence de la hausse constante que subissaient les bottes, brodequins et souliers de toutes sortes et de toutes qualités, l'Etat s'émut et étudia le moyen de venir en aide tout au moins à ceux dont les ressources limitées ne permettent pas d'aborder la cordonnerie de luxe.

S'appuyant sur la loi concernant la réquisition civile des matières, votée le 27 juillet précédent, le ministre du Commerce et le ministre de la Guerre se mirent donc d'accord pour que les cuirs non utilisés par l'armée soient livrés dans les différents centres de tannage et, de là, répartis entre les fabricants choisis et désignés par le ministère. L'Intendance fut chargée de la réquisition des cuirs et de leur répartition ; elle établit des prix pour les matières premières et les fixa à 2 fr. 30 le pied carré pour le box-calf, 9 francs le kilo pour le croupon à semelles. Le croupon est du cuir de vache ou de bœuf ; le box-calf est tout simplement du cuir de veau.

LE BRODEQUIN NATIONAL

Ce modèle est établi d'après les indications et avec les matériaux fournis par l'Intendance militaire.

On s'adressa alors aux fabricants, et on leur demanda de faire une chaussure dite nationale, pour laquelle ils se contenteraient de majorer simplement le prix de revient d'un bénéfice de 15 %. De son côté, le marchand au détail, alimenté par le fabricant, ne prélèverait également qu'un bénéfice de 15 %. Finalement, le public devait trouver à se chausser dans la plupart des magasins aux prix suivants : brodequins d'homme, 28 francs ; de femmes, 23 francs ; souliers de femmes, 19 fr. 50 ; grand cadet, 22 fr. 25 ; fillettes, 18 francs ; enfants, 15 fr. 75.

Certes, en regard des prix affichés dans les magasins de chaussures, ceux annoncés par le gouvernement ne pouvaient qu'obtenir l'approbation générale des acheteurs, sinon des fabricants. Mais de longs mois ont passé avant la réalisation du programme ministériel. D'une part, certains fabricants, liés par des contrats, avaient à terminer d'importantes commandes de chaussures militaires passées par l'Etat ; d'autres, trouvant sans doute ce bénéfice de 15 % insuffisant, ne mirent que peu d'empressement à entreprendre une nouvelle fabrication et préférèrent continuer à utiliser leur stock de marchandise de fantaisie ou de luxe. Bref, la grosse production sur laquelle on comptait atteignait à peine, à la fin de l'année, 200.000 paires de chaussures. La province s'empara du lot tout entier, qui disparut rapidement, absorbé, éparpillé parmi les milliers de marchands au détail ; Paris en vit à peine quelques rares échantillons.

Le ministre du Commerce, désireux cependant de voir aboutir son projet et de fournir à la population une chaussure vendue à un prix raisonnable, se décida à employer les grands moyens. Se servant à nouveau de la loi sur les réquisitions civiles, il obligea les fabricants à affecter au moins 75 % de leur production à la chaussure nationale, faute de quoi on réquisitionnerait leurs ateliers, leurs machines-outils, leurs matières pre-

mières. Le résultat de cette mesure se fit bientôt sentir. L'Intendance annonça qu'elle avait passé des contrats pour des livraisons de 450.000 paires par mois et ne cacha pas son espoir d'arriver au chiffre respectable du million. Cet espoir est-il réalisé ?

Pour obtenir une production aussi importante, on s'explique aisément qu'il est indispensable de procéder mécaniquement. La cordonnerie est devenue aujourd'hui une véritable industrie qui a ses usines, ses machines à vapeur, son outillage spécial comportant cinquante modèles différents ayant chacun leur rôle et leur spécialité. Le bottier n'est plus qui maniait l'alêne et cousait à la main le soulier maintenu sur son genou par une courroie ; ou, s'il existe, c'est, pour ainsi dire, comme ouvrier d'art qui ne produit que la chaussure élégante et de luxe, la chaussure sur mesure, tandis que le fabricant de chaussures, l'industriel, ne travaille, lui, que par grandes séries ; et ils sont nombreux déjà les ateliers de cordonnerie d'où peuvent sortir mille paires par jour.

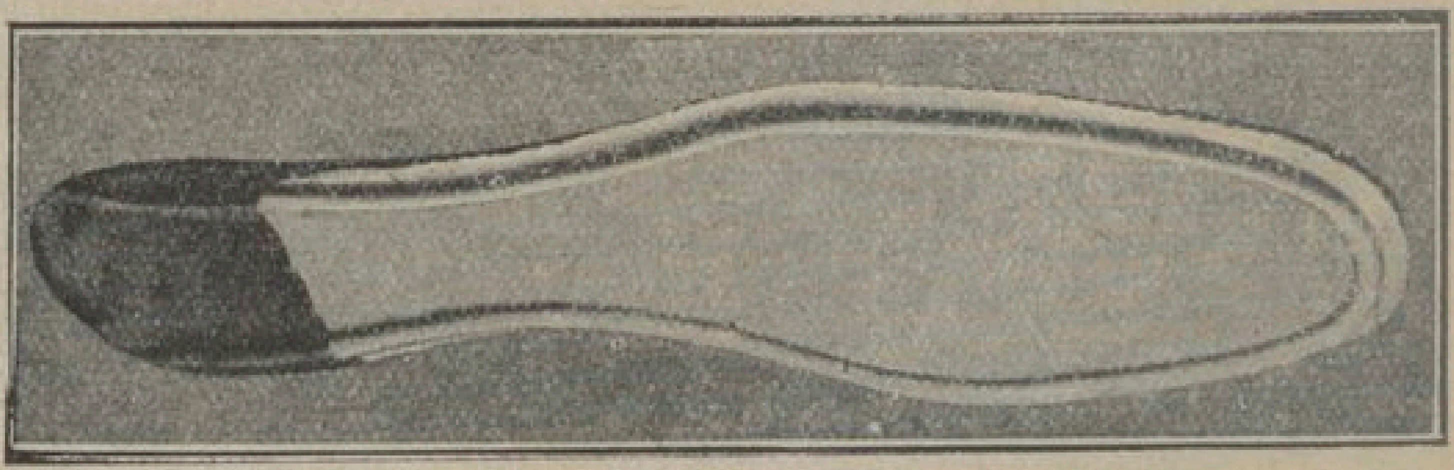
LA TIGE OU EMPEIGNE

Cette partie de la chaussure, en « box-calf », est prête à être montée sur la forme et cousue à la semelle.

Paris compte deux cents fabriques environ. Un grand nombre d'ateliers sont répandus en province et les principaux centres de production sont, dans l'ordre, Nancy, Fougères, Limoges, Lyon, Romans, Toulouse, Blois, Bordeaux, Marseille. etc... En admettant que chaque Français et Française use seulement deux paires de chaussures par an, on juge de l'importance que doit avoir cette industrie, et l'on peut se dire que le million mensuel de paires de bottines ou de brodequins sur lequel l'Intendance se croit en droit de compter sera loin de pouvoir satisfaire aux besoins de la population.

Pour chacune des opérations successives que comporte la fabrication des chaussures, on a créé des machines plus ou moins compliquées, mais toutes très ingénieuses, qui remplacent la main de l'homme ; celle-ci ne sert plus désormais qu'à préparer l'ouvrage et à le présenter à l'outil qui, automatiquement, régulièrement, abat sa besogne avec rapidité. Telle machine, comme nous le verrons plus loin, fait en une minute le travail qui demandait plusieurs heures au cordonnier ne disposant que de ses dix doigts ; l'appareil qui sert à clouer le talon à la semelle est capable d'enfoncer 350 clous à la minute. Aucun ouvrier, fût-il un prodige, n'aurait la prétention d'atteindre semblable vitesse.

Le catalogue de la « United Shoe Machinery Cy », que nous avons sous les yeux, comporte une très grande variété de modèles de machines, dont quelques-unes seulement nous intéresseront aujourd'hui, mais qui, toutes, ont le mérite de produire vite et en grandes quantités. La chaussure nationale est faite à l'aide de ces outils. Les différentes opérations par lesquelles elle passe sont les mêmes à l'usine ou dans l'échoppe ; la bottine, qu'elle se fabrique à la grosse, au mille ou à l'unité, est toujours découpée, piquée, cousue, astiquée, polie, verrée comme la bottine de luxe, sur mesure, qu'un seul et même ouvrier commence et finit ; seulement, au lieu des doigts de l'artiste, ce sont des doigts de fer qui manient les pinces, l'alêne ou le marteau, qui dirigent l'aiguille et tendent le fil poissé ; ce sont des fraises de forme, tournant à plus de 5.000 tours qui, remplaçant le tranchet, rabotent et égalisent les bords des semelles et des talons ; ce sont des fers à lisser, chauffés au gaz, jouant le rôle



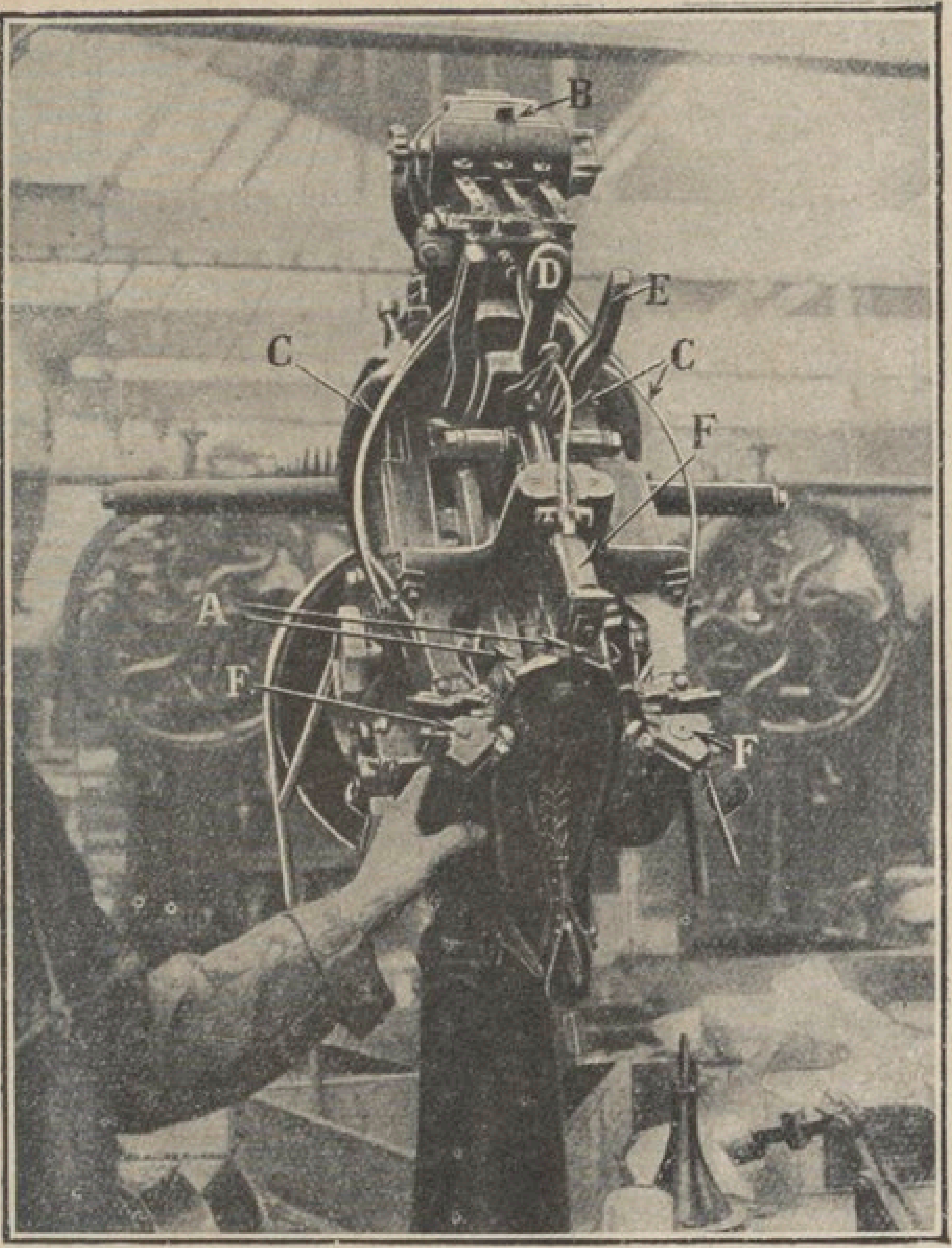
LA SEMELLE DU BRODEQUIN, DITE « PREMIÈRE »

On distingue sur tout le pourtour la « gravure » dont la partie supérieure a été relevée. Une toile blanche recouvre la « première », sauf au talon.

de l'outil que le cordonnier appelle « astique » ou « mailloche », qui polissent et unifient.

La fabrication mécanique d'une paire de chaussures nécessitera sans doute vingt ouvriers différents, chargés chacun d'une des opérations successives que nous allons examiner en détail ; mais ces vingt ouvriers feront mille paires, pendant que le cordonnier, travaillant avec son alêne, son tranchet et son marteau, n'en fera peut-être pas cinq. Et ici encore, comme dans la majorité des industries, va s'affirmer la supériorité de la production en grandes séries sur le travail par petites unités. La fabrication industrielle de la chaussure date réellement du jour où fut inventée la machine à coudre la trépointe.

Sous ce nom de trépointe, on désigne une bande de cuir souple, de 2 centimètres environ de largeur, sur laquelle viennent se coudre la tige ou empeigne et la semelle. C'est, en quelque sorte, le lien qui réunit le dessus au dessous de la chaussure. Le métier du cordonnier comporte ainsi un vocabulaire spécial et une série d'expressions qui, bien que composées de mots français, font dire à ceux-ci tout autre chose que ce qu'ils désignent usuellement. Ainsi, « afficher les semelles », signifie coller la semelle ; « l'ébourrage des lisses » est une opération qui consiste à enlever, tout le long de la piqûre, une très petite bande de cuir pour laisser à la couture une apparence nette et régulière ; la « lisse » n'est autre chose que le bord extérieur de la semelle ; « déformer », c'est tout simplement faire briller ; on déforme ainsi les lisses, les faux points, les semelles, à l'aide de machines spéciales.



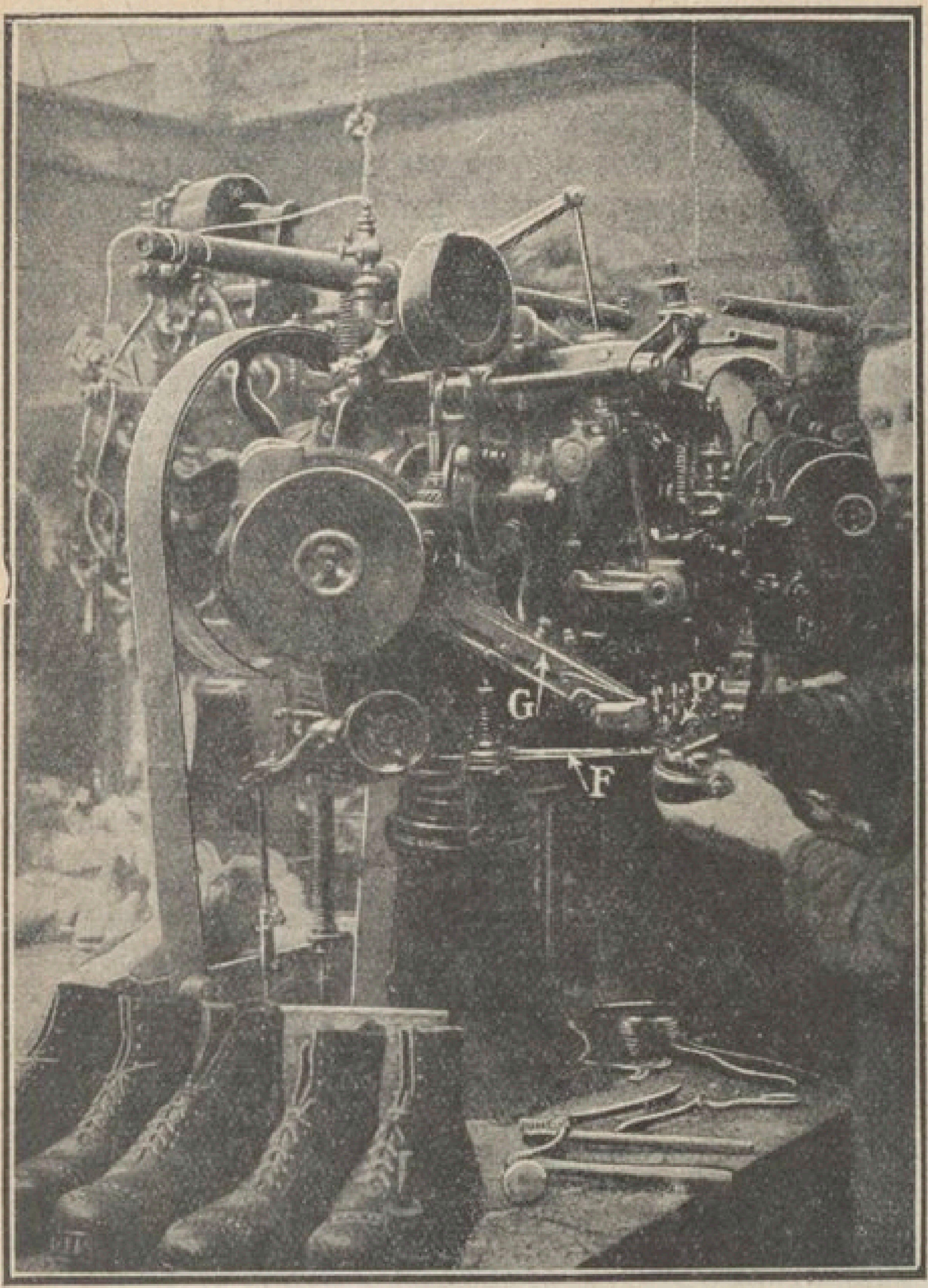
MACHINE A METTRE SUR FORME

A, *pinces qui prennent les bords de la tige et tendent celle-ci sur la forme ;* B, *boîte renfermant les semences qui vont clouer les bords de la tige ;* C, *cinq conduits distributeurs des semences dans les bras* F ; E *et* D, *leviers permettant de dégager les pinces et de dégauchir la chaussure.*

La chaussure se compose de trois parties bien distinctes : le dessus, que l'on appelle « tige ou empeigne » en cuir souple puisqu'il doit se mouler exactement sur le pied ; le dessous, c'est-à-dire la semelle et toutes les pièces qu'elle comporte ; le talon que l'on cloue sous la semelle, lorsque les deux premières parties sont réunies et presque terminées.

La tige se compose elle-même de plusieurs pièces et morceaux qui sont découpés suivant des patrons en zinc, soit au tranchet, soit à l'emporte-pièce. Ces morceaux sont piqués à la machine à coudre ordinaire, ainsi que la doublure intérieure en toile ; œillets, crochets boutonnières, boutons, suivant le cas, sont posés ou cousus à la machine. Quand la tige est montée, on intercale à l'arrière, au-dessus du talon, un contrefort en cuir dur ou en carton destiné à donner la rigidité à cette partie de la chaussure qui n'a à se prêter à aucun mouvement du pied, et, sur le bout avant, on fixe un « bout dur », pour empêcher cette partie de se plisser. La tige est ainsi complètement terminée.

La semelle, faite de cuirs plus épais, est découpée au balancier à l'aide d'emporte-pièces ayant la forme voulue. Il y a deux semelles : la semelle intérieure ou « première » et la semelle visible ou « seconde », celle qui est en contact direct avec le sol. Toutes les pièces concernant le dessous de la chaussure sont égalisées, laminées pour ainsi dire, de façon à présenter une épaisseur régulière prévue pour faciliter les différentes opérations de la fabrication.



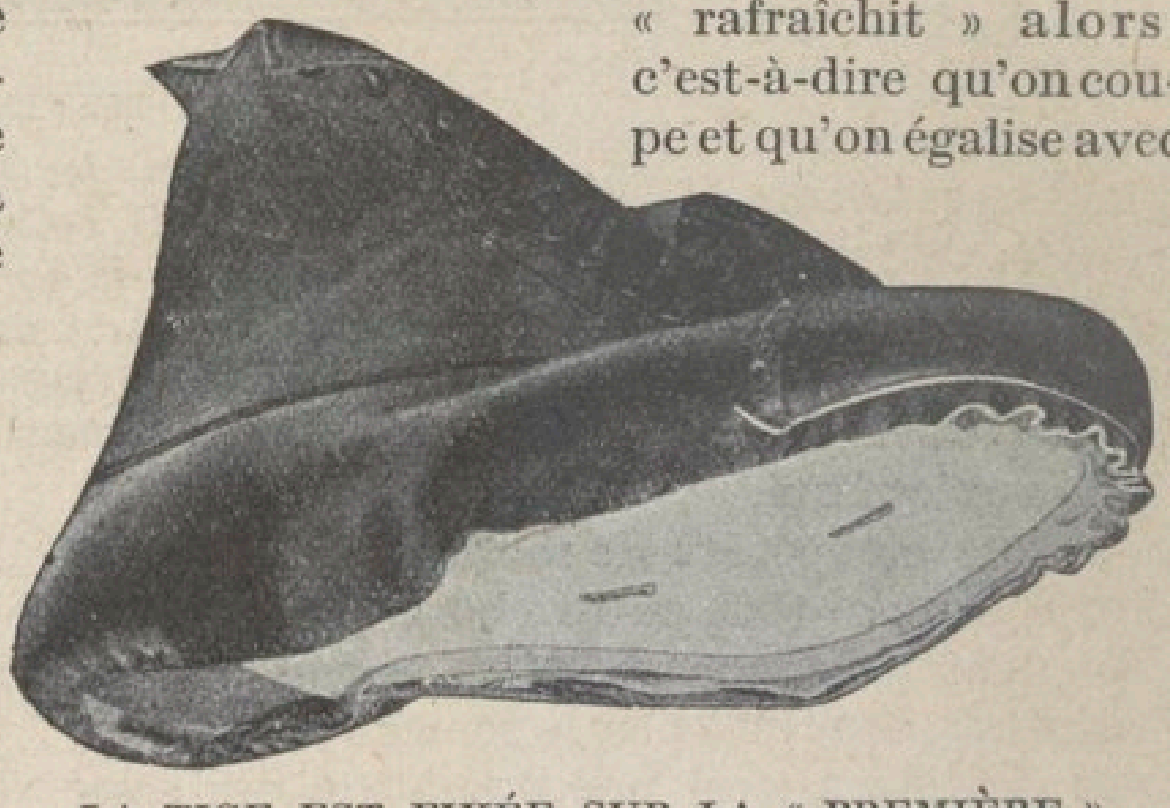
MACHINE A MONTER LE BOUT

Un fil de fer F vient serrer le bout de la tige et la rabat sur la forme. Cette même machine cloue le talon sur la « première » à l'aide de semences que la glissière G amène au fur et à mesure.

C'est sur la « première » que repose toute la chaussure ; c'est sur elle que viennent se poser toutes les autres parties. Est-elle solide, la chaussure tiendra ; est-elle mauvaise, c'est par là qu'elle périra. Cette semelle subit une première opération : la gravure. Le cuir est entraîné dans la machine à graver par une roulette moletée pendant qu'un couteau horizontal, pénétrant dans la tranche du cuir, partage celui-ci en deux sur une profondeur de 4 à 5 millimètres environ. Cette incision constitue la gravure. La « première » est alors légèrement humectée de façon à ramollir le cuir dont une autre machine relèvera le bord supérieur de l'entaille ; sur ce bord relevé se coudra la trépointe. Sur cette « première », une fois sèche, on applique une doublure en toile, à l'aide de dissolution de caoutchouc, et, ainsi parée, on la cloue à l'aide de deux pointes sur le dessous de la forme en bois. Cette forme porte, sous le talon, une plaque de tôle très résistante sur laquelle viendront se river d'eux-mêmes les petits clous ou semences dont on se servira pour monter l'emboîtage du talon.

A ce moment, commence exactement le montage de la chaussure. L'ouvrier dispose la tige sur la forme en bois, où déjà la « première » est fixée, et il la présente à la machine à monter. Un premier coup de pédale met en mouvement trois pinces qui saisissent l'extrémité de la tige, la tendent et la rabattent, sans la plisser, autour de la forme ; par un deuxième coup de pédale, la machine est remise en marche ; le bras du chasse-semences et les pinces sont ramenés à l'intérieur ; la tige est dégagée des mâchoires des pinces, rabattue sur la « première » par les bras et clouée par cinq semences à la fois, pendant que la tige et la forme sont tenues solidement comme dans un étau par des bras disposés à cet effet. Les semences, contenues dans un réservoir placé au sommet de l'appareil, sont amenées au point voulu par cinq canaux différents.

Une autre machine sert à monter le bout : elle comporte également une pince qui s'empare du bout de la tige, le tire et le tend de gauche à droite, tandis qu'un fil de fer, fixé par la machine elle-même, vient serrer et maintenir le bout replié sur la pointe de la forme. Cette même machine fixe l'emboîtage du talon sur la « première » au moyen de semences qu'une glissière amène directement sous le marteau. Une seule de ces machines permet de monter jusqu'à 250 paires de chaussures dans une journée. On « rafraîchit » alors, c'est-à-dire qu'on coupe et qu'on égalise avec soin les parties débordantes de la tige.



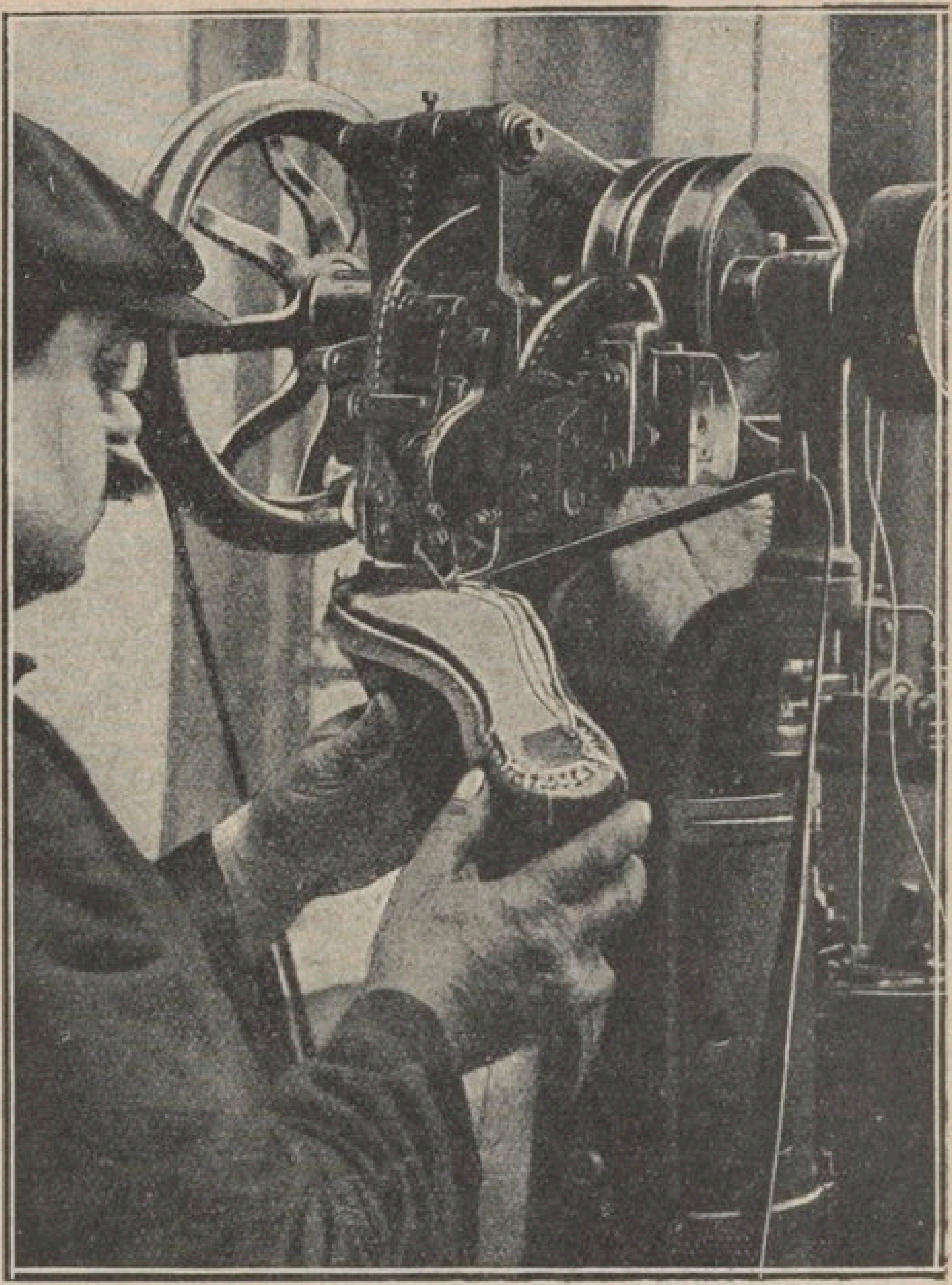
LA TIGE EST FIXÉE SUR LA « PREMIÈRE »

On distingue, d'une part, l'emboîtage du talon cloué et, d'autre part, le bout maintenu par le fil de fer.

La chaussure passe de là à la machine à coudre la trépointe, cette lanière de cuir dont

nous avons parlé plus haut, qui va réunir la tige à la «première». L'outil prépare le trou pour le passage du fil, comme le fait le cordonnier avec son alêne ; l'aiguille, munie d'un crochet, va prendre le fil, l'entraîne et le fait passer à la fois dans la tige, la trépointe et le rebord de la « première », que nous avons vue soulevée précédemment par la machine à graver. Le fil est poissé automatiquement, en passant dans une boîte contenant de la poix maintenue liquide par un réchaud. Chaque chaussure nécessite environ 75 points que la machine exécute en moins d'une minute ; cette opération, quand elle est faite à la main, demande environ trois quarts d'heure, parfois plus.

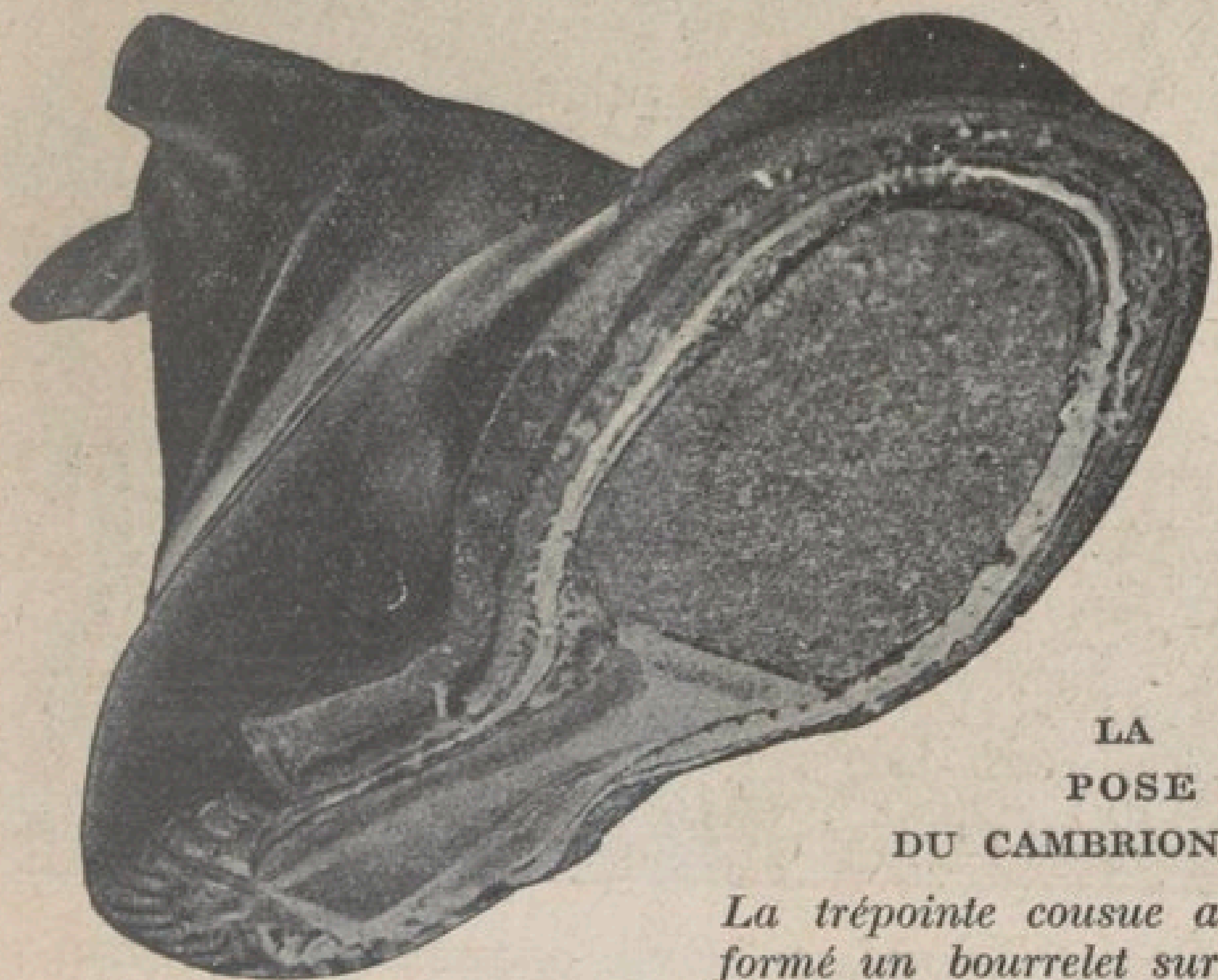
Les clous et le fil de fer qui ont servi au montage de la « première » et de la tige sur la forme, sont alors enlevés et la machine à rafraîchir ébarbe et fait tomber tout ce qui dépasse de la trépointe et de la tige jusqu'au bord même de la couture. Le marteau du cordonnier qui, à cette période de la fabrication, martelait la trépointe pour la redresser et l'égaliser, est remplacé par un marteau mécanique sous lequel l'ouvrier fait passer avec une grande rapidité la petite bande de cuir.



MACHINE A COUDRE LA TRÉPOINTE

La trépointe est cette bande de cuir que l'on voit monter le long de l'appareil et venir se présenter sous l'aiguille, qui la coud à la « gravure » de la « première ».

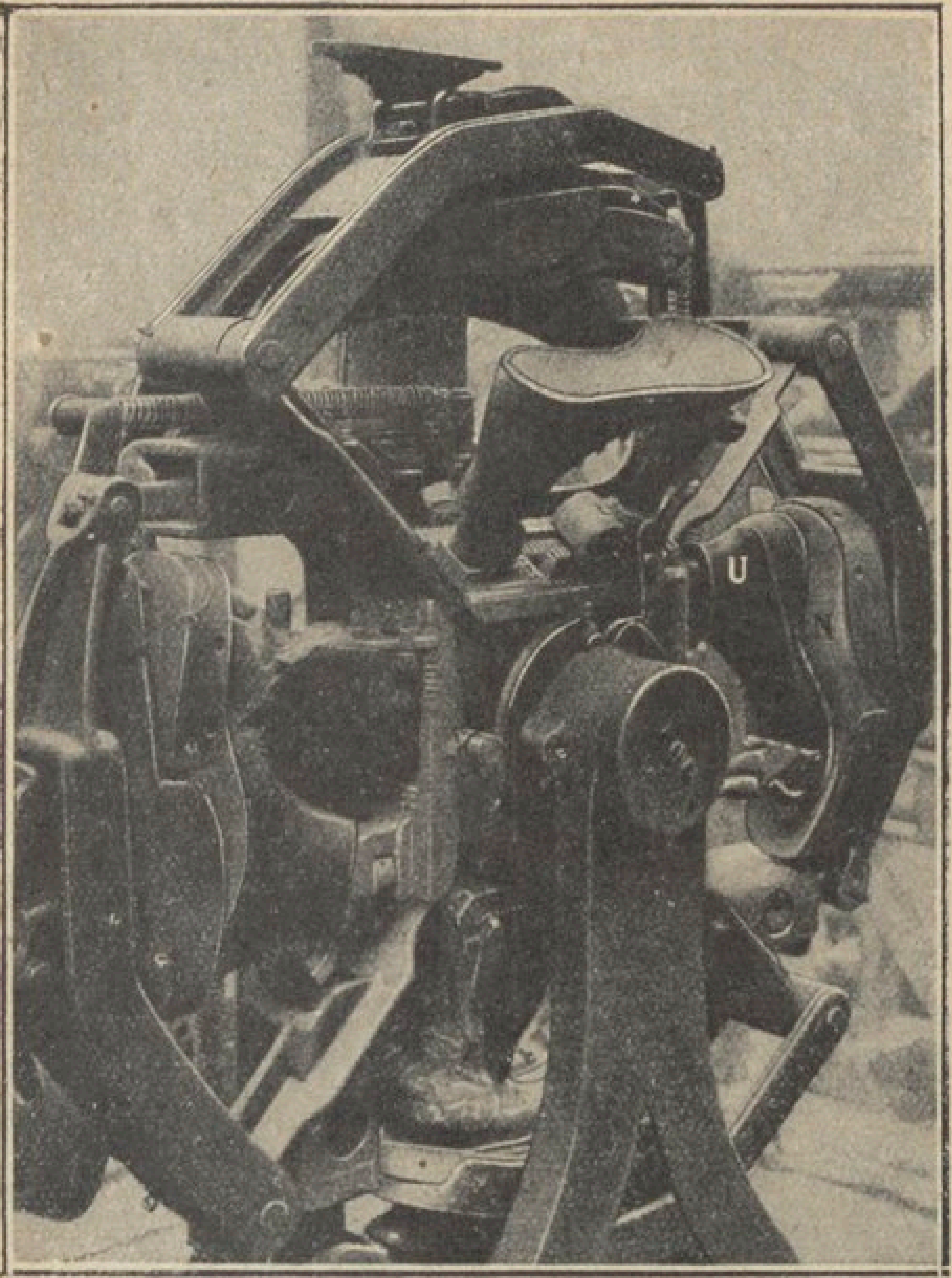
La chaussure présente alors, du côté de la semelle, une cavité plus ou moins profonde que l'on comble soit avec du cuir, soit avec du feutre goudronné enduit de colle ; dans le milieu de cette cavité, on dispose le « cambrion », pièce de cuir généralement usagé, destinée, comme son nom l'indique, à former la cambrure.



LA POSE DU CAMBRION

La trépointe cousue a formé un bourrelet sur le pourtour de la chaussure. On emplit la cavité par du feutre goudronné et une pièce de cuir nommée cambrion.

Il ne reste plus à ce moment qu'à poser la semelle « seconde » et le talon. La semelle, doublée à l'intérieur d'un entre-deux en cuir qui constitue ce que l'on appelle la double-semelle, est alors enduite de dissolution de caoutchouc, appliquée contre la « première » et portée à la machine à « afficher » les semelles. Cette machine n'est autre chose qu'une presse ; la chaussure y est placée sur un étau qui bascule automatiquement vers l'opérateur, lui présentant le plan de la forme dans son entier et lui permettant de poser sa semelle avec une exactitude rigoureuse. Ceci fait, un coup de pédale met la machine en marche ; l'étau se place de lui-même sous la matrice qui descend graduellement sur la semelle à laquelle elle communique une forte pression après que la machine a fait un quart de tour. A ce moment, la machine s'arrête et un autre étau est présenté automatiquement à l'opérateur, qui

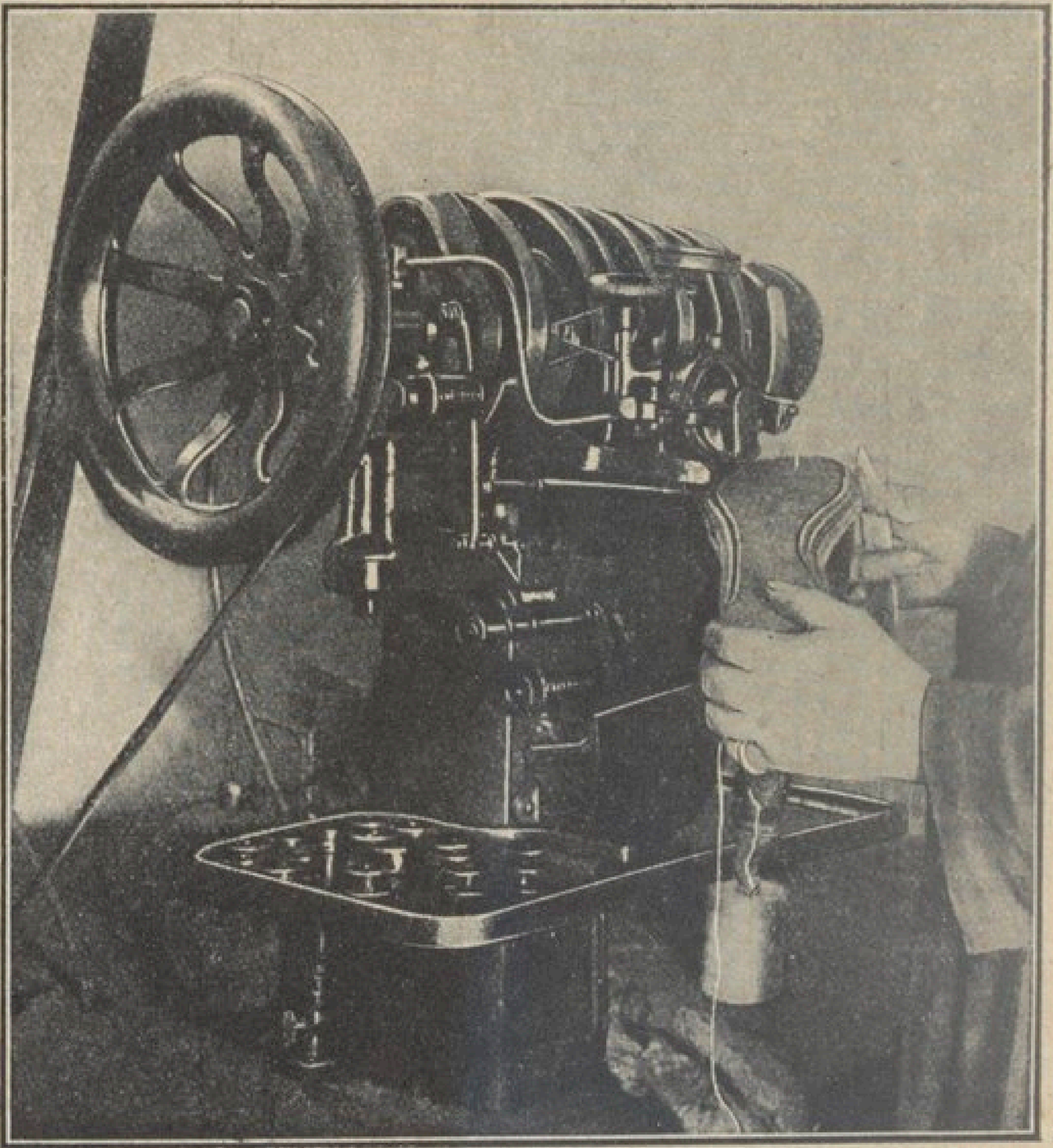


MACHINE A « AFFICHER » LES SEMELLES

La deuxième semelle étant collée sur la première, on soumet la chaussure à une pression qui détermine l'adhérence de cette semelle. — U, *la chaussure ;* N, *matrice en caoutchouc.*

et pratique en même temps la gravure où se logera le fil qui coud cette semelle à la trépointe. Cette gravure ne se fait pas comme celle de la « première ». Au lieu de fendre horizontalement le cuir suivant sa tranche, le couteau fait, cette fois, sur la face externe de la semelle, une entaille oblique, en biseau, parallèle au bord et placée à environ un centimètre et demi de celui-ci. La lèvre intérieure de la gravure est soulevée par une machine spéciale, dite machine à relever les gravures, constituée par une molette en forme d'hélice tournant très vite. C'est dans la gorge de cette gravure, qui se présente comme une plaie dont on a écarté les lèvres, que se logeront les fils de la machine à piquer.

Nous nous trouvons ici en présence d'une véritable machine à coudre avec aiguille, navette, deux fils, l'un qui boucle et l'autre qui tend. L'ouvrier présente au guide la saillie que forment la semelle, l'entre-deux et la trépointe et l'accompagne sur tout le pourtour de la semelle. La piqûre rapidement terminée, on met un peu de dissolution dans la gravure dont on rabat la



MACHINE SPÉCIALE POUR COUDRE LA SEMELLE

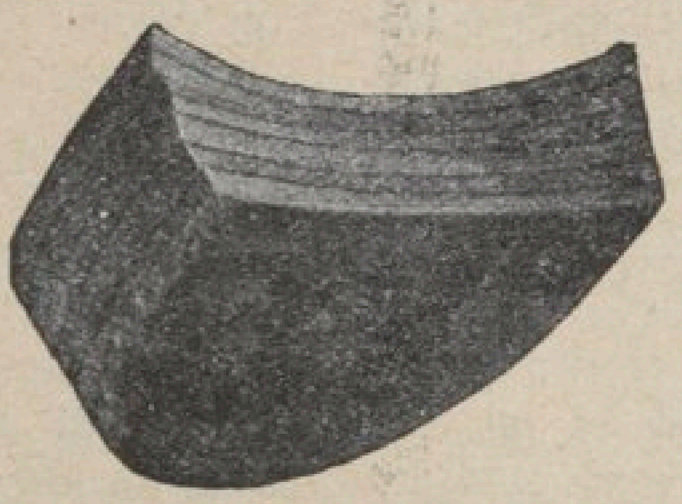
L'ouvrier n'a qu'à présenter la chaussure, dont la semelle a été « gravée » sur forme, et la piqûre se fait en quelques secondes.

renouvelle l'opération précédente. Et ainsi de suite pour les étaux qui se trouvent libres.

Quand le premier étau revient à son point de départ, il se présente automatiquement à l'opérateur qui enlève la chaussure dont la semelle se trouve parfaitement « affichée ». Une nouvelle chaussure est mise tout de suite en place et l'opération continue.

Il faut, maintenant, fixer d'une manière définitive cette semelle au reste de la chaussure, c'est-à-dire la coudre, opération qui ne va pas sans le secours de quelques nouvelles machines. La première employée est la machine à brocher et graver sur forme ; elle sert à couper les aspérités du cuir tout autour de la chaussure, à égaliser la partie débordante de la semelle que l'on nomme « lisse »,

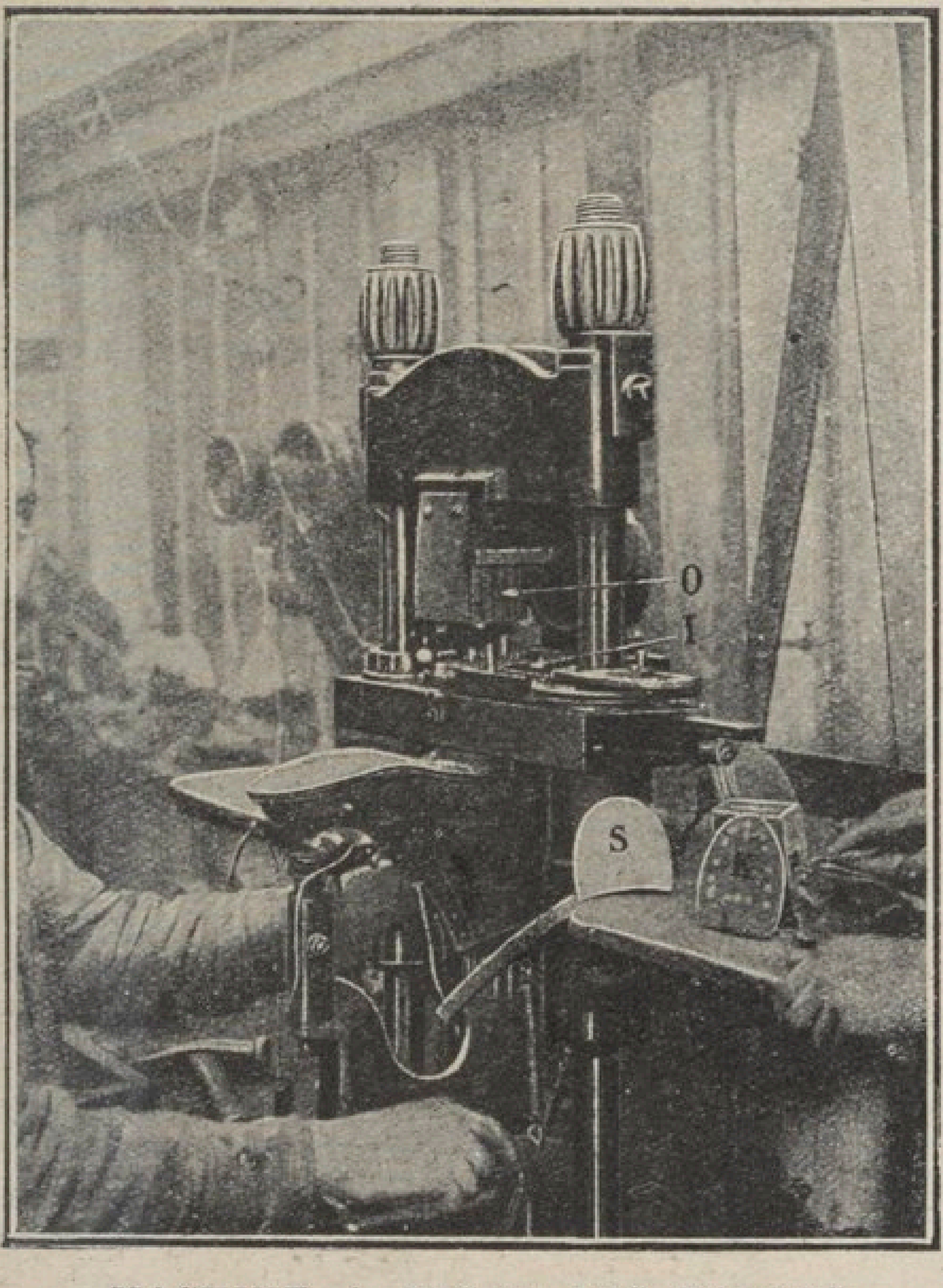
lèvre sur le fil, qui devient ainsi invisible et ne se trouve pas en contact avec le sol pendant la marche. On colle la gravure et on lisse la semelle, en appuyant fortement celle-ci contre un rouleau d'acier ou de bronze animé d'un mouvement rapide de va-et-vient.



UN TALON PRÊT A ÊTRE MIS EN PLACE

Ce talon est composé d'un certain nombre de plaques de cuir collées l'une sur l'autre.

Le talon, dont la pose sera la dernière opération importante de la fabrication, est formé d'une série de « sous-bouts », plaques de cuir découpées à l'avance à la machine, collés les uns contre les autres en nombre d'autant plus grand que le talon devra être plus élevé, et d'une dernière plaque, le « bon-bout », faite de cuir de qualité supérieure. La machine à talonner extérieurement met le talon en place et le cloue d'un seul coup de pédale. Un apprenti prépare dans une matrice spéciale la série de clous nécessaires ; cette matrice vient se placer automatiquement sur la presse au-dessus du talon. Un coup de pédale fait descendre les broches qui passent par les trous correspondant de la matrice et enfoncent les clous. Ces clous, toutefois, ne pénètrent pas complètement dans les sous-bouts ; leur extrémité dépasse encore de deux millimètres environ. Sur ces pointes en saillie, on pose le « bon-bout », qui, sous l'effet d'un second coup de pédale, vient se clouer lui-même, cachant les têtes de ces clous trop courts pour le traverser. Mais, ce bon-bout, s'il portait directement sur le sol, serait rapidement usé ; pour le protéger, on le cheville sur toute la partie arrière. Les chevilles, métalliques, sont découpées à la longueur voulue, dans du fil de fer, par la machine qui les enfonce elle-même. Ces chevilles ont, environ, un centimètre de longueur et leur tête reste apparente dans le cuir du bon-bout qu'elles affleurent.



MACHINE A POSER LES TALONS

S, *talon préparé ;* K, *matrice dans laquelle un apprenti dispose les clous ;* I, *emplacement de cette matrice ;* O, *broches qui, en s'abaissant, enfoncent d'un seul coup les clous dans le talon présenté dans la partie inférieure de la machine.*

La construction de la chaussure est maintenant terminée, nous passons à la finition. Talons et semelles sont encore rugueux et grossiers sur les bords ; il faut leur donner ces formes évidées, amincies, aux angles arrondis, que nous leur voyons aux devantures des magasins ; il faut les poncer, les noircir, les apprêter, les rendre brillants. Pour cela, de nouvelles machines, extrêmement ingénieuses, vont entrer en ligne.

A deux lames d'acier, tournant à 5.500 tours à la minute, et dont le profil est celui de la forme que devra avoir le talon, on présente celui-ci qui, en quelques instants, est raboté, fraisé et trouve enfin sa forme définitive. Une autre machine taille et creuse le devant du talon ; une autre encore fraise les lisses. C'est à des fraises de forme, tournant à une très grande vitesse, que l'on confie le soin de ce travail qui demande un ouvrier habile, car le tour de main est, dans cette opération, plus que dans aucune des autres que nous venons d'énumérer, indispensable pour obtenir le fini nécessaire et l'élégance voulue.

C'est mécaniquement aussi que l'on marque les points sur la trépointe, c'est-à-dire que, à l'aide d'une roulette qui imprime ces cannelures que l'on remarque au-dessus du saillant de la semelle, on

fait ressortir l'emplacement des points de la couture. Puis, talon et semelle sont verrés sur des rouleaux recouverts de feutre et de papier de verre, passés à l'émeri par le même procédé. Enfin, on passe à la machine à déformer les lisses. Nous avons déjà dit que déformer signifie, en langage de cordonnier, faire briller ; l'ouvrier qui ne dispose pas de cette machine spéciale utilise pour cette opération des fers spéciaux emmanchés au bout d'une poignée, qu'il promène, en appuyant fortement sur le bord de la semelle et en leur donnant un mouvement de va-et-vient court et rapide. La machine exécute ce même mouvement et l'ouvrier n'a qu'à présenter la chaussure au fer à lisser maintenu chaud par la flamme d'un petit bec de gaz. Au préalable, on avait passé sur les surfaces à déformer une couche légère de cire noire à base d'aniline qui, grâce à la chaleur du fer, pénètre dans l'épaisseur du cuir. Le dessous de la semelle subit le même traitement et est également passé au noir. Des brosses mécaniques circulaires, des tambours de feutre lustrent le tout. Enfin, un dernier nettoyage rend à la tige la fraîcheur que lui ont fait perdre les diverses manipulations par lesquelles a passé la chaussure et celle-ci peut être désormais présentée à l'acheteur. Le record du montage mécanique d'une chaussure par une équipe bien entraînée est de 13 minutes ; le record de ce même montage par un bon ouvrier travaillant à la main est de onze heures.

Nous avons dit, en débutant, que tout le travail de montage se fait sur une forme en bois. Cette forme représente exactement le modèle de la chaussure à exécuter ; c'est le moule sur lequel on va bâtir l'enveloppe. Un fabricant doit donc en posséder une très grande variété, de longueur, de largeur et de cambrure différentes, de façon à pouvoir donner satisfaction à toutes les dimensions et formes de pieds à chausser. Chaque fabricant a, en outre, ses modèles spéciaux ; tel fait le bout pointu, tel autre le bout arrondi ou carré ; celui-ci aura adopté une forme effilée, celui-là la forme américaine. C'est pour cela que la chaussure nationale qui sort de nombreux ateliers divers se trouve établie suivant des formes très différentes, et que, chez deux marchands relativement voisins, on verra des bottines de même pointure être d'aspect tout à fait dissemblable.

La chaussure se mesure par points. Le point est une dimension conventionnelle ; on compte trois points par deux centimètres ; une pointure de 36 équivaut à 24 centimètres. Le nombre de pointures employées est de 33 au total, se subdivisant ainsi : enfants, de 24 à 27 points, soit quatre pointures ; fillettes et garçonnets, de 28 à 34, soit sept pointures ; femmes, de 35 à 42, soit huit pointures ; grands cadets, de 35 à 39, soit cinq pointures ; hommes, de 38 à 46, soit neuf pointures.

En général, le fabricant établit, pour chaque pointure, trois ou quatre largeurs différentes, ayant entre elles une différence de cinq millimètres. Pour celui qui fabrique les séries complètes, la collection sera, par conséquent, d'environ 130 formes gauches et 130 formes droites, soit, au total, 260 formes. Mais comme, d'autre part, une chaussure reste huit à dix jours en forme, c'est, afin qu'il n'y ait pas d'interruption dans le travail, huit paires au moins de formes pour une paire de chaussures qui seront en service. Donc, pour ne fabriquer qu'une paire de chaque modèle, simultanément, il faut compter plus de 1.000 formes.

LA CHAUSSURE EST TERMINÉE

Il ne reste plus qu'à « déformer les lisses », c'est-à-dire fraiser le tour de la semelle et du talon, à cirer et parer le reste.

Le moindre changement apporté par la mode, un talon plus ou moins haut, par exemple, entraîne la réfection de tout le matériel de formes, patrons et emporte-pièces. Une forme coûte 6 francs, un emporte-pièce, de 8 à 9 francs environ. Le jour donc où les femmes reviendront à une chaussure normale et consentiront à réduire la hauteur de leurs talons, ce jour-là sera pour les fabricants de chaussures un jour de grosse dépense. Il leur faudra, en même temps que les machines à graver, à coudre, à afficher et à déformer, mettre en mouvement les tours à reproduire qui permettent la fabrication rapide de ces formes qui sont la base indispensable de la cordonnerie.

LOUIS GAUBY.

UN AUTO-TORPILLEUR DIRIGÉ PAR LES ONDES HERTZIENNES

Par Max FÉLICET

La torpille automobile est, on le sait, une arme formidable, mais son emploi présente un inconvénient sérieux : une fois lancée du bateau ou du poste assaillant vers le but à atteindre, elle est totalement soustraite au contrôle de l'opérateur.

C'est pourquoi l'idée est venue à des chercheurs de réaliser des dispositifs maintenant la torpille pendant toute la durée de son parcours sous la dépendance du pointeur, lequel pourra ainsi modifier à son gré et suivant les circonstances la trajectoire de l'engin au cours de sa progression.

Ces modifications s'opèrent par l'emploi judicieux d'un courant électrique circulant dans un fil conducteur reliant le poste de lancement à l'engin et qui se déroule au fur et à mesure de l'avancement de celui-ci.

Mais le fil conducteur, que la torpille entraîne avec elle, et qui n'était pas un inconvénient grave quand celle-ci n'avait qu'un faible trajet à parcourir, en est devenu un sérieux quand, par suite de l'augmentation de portée et de rapidité de tir des canons, le lancement a dû se faire à grande distance.

On a donc cherché à supprimer ce câble, et on y est parvenu, tout au moins en principe, par l'emploi de la télémécanique, c'est-à-dire par la commande d'appareils appropriés au moyen des ondes hertziennes employées pour la télégraphie sans fil.

C'est ainsi que de nombreux inventeurs se sont efforcés de créer un bateau qui serait capable de se mouvoir sous l'eau avec une vitesse considérable, qui ne nécessiterait pas un équipage humain, qui n'aurait pas besoin de voir où il va, que l'on pourrait contrôler à tout moment de sa course, qui n'exposerait pas ceux qui le conduisent à des risques extraordinaires, et qui serait dirigeable à distance sans l'intervention de conducteurs et autres connecteurs visibles.

On est parvenu, grâce à des dispositifs mécaniques et électriques et par un emploi extrêmement cu-

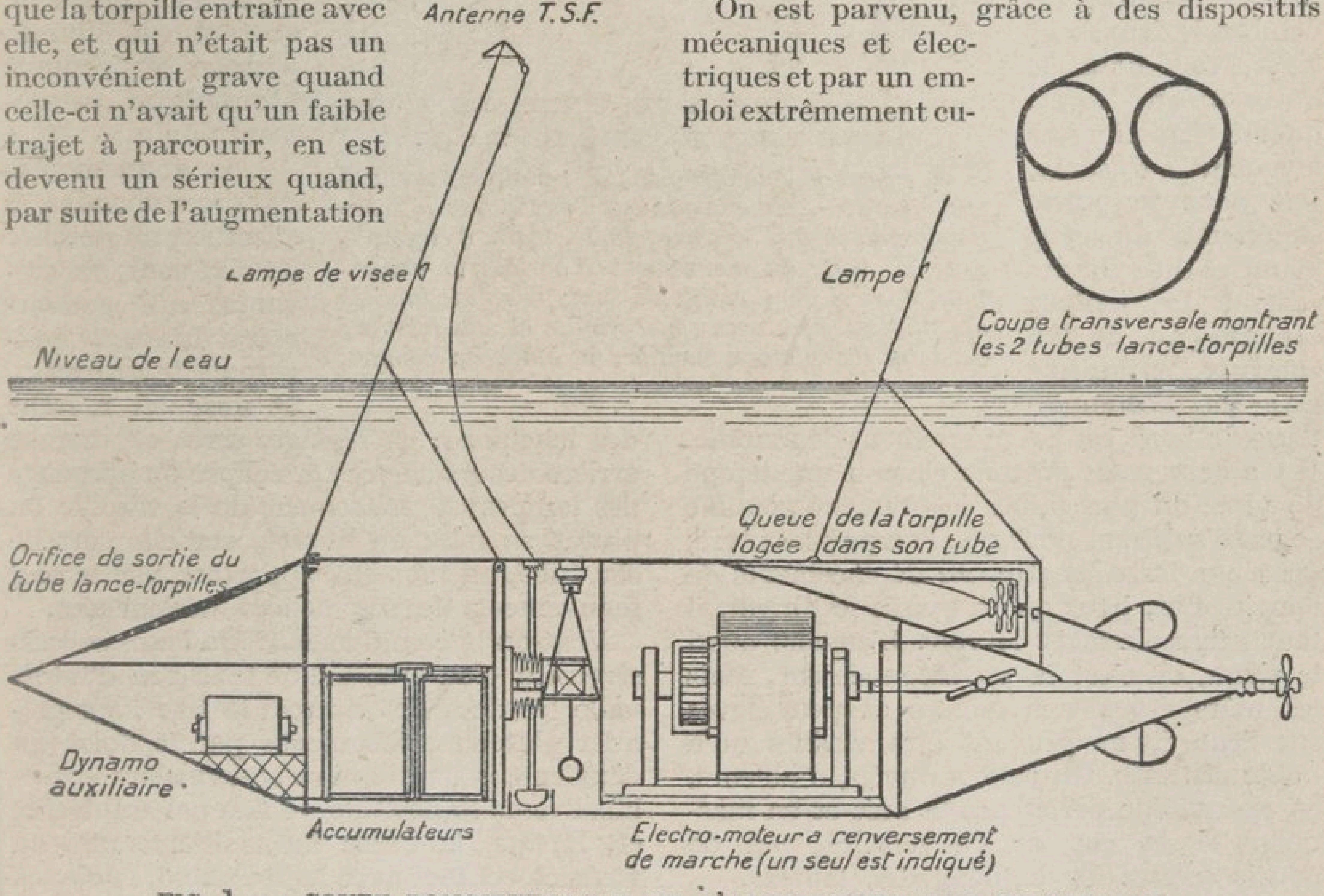


FIG. 1. — COUPE LONGITUDINALE DE L'AUTO-TORPILLEUR SOUS-MARIN
Un arrachement partiel, en haut et à droite, montre la queue de l'une des deux torpilles, logée dans son tube.

rieux de servo-moteurs disposés en cascade, à déclencher, par une énergie initiale extrêmement faible (celle des ondes électriques qui frappent le cohéreur de l'appareil de réception de T. S. F.), une énergie tellement grande qu'il serait possible, à l'heure actuelle, de commander à distance et sans fil la machine d'un navire quelconque.

Il suffit de presser un bouton une fois, deux fois, trois fois, selon la manœuvre à faire, et un ordre que nul ne voit, que nul n'entend, un ordre qui traverse l'espace, frappe le récepteur ; et aussitôt tel ou tel appareil exécute telle ou telle manœuvre.

L'auto-torpilleur sous-marin est, en somme, un engin porte-torpilles manœuvrable à distance au moyen des ondes électriques.

Il se compose d'un corps pisciforme divisé en trois parties : un cône avant, un cylindre central et un cône arrière. Les tubes lance-torpilles, au nombre de deux, sont logés, soit dans le cône avant seul, quand celui-ci a une longueur suffisante, soit dans la partie supérieure du cône avant et du cylindre central. Le moteur électrique, de 125 chevaux, alimenté par les accumulateurs du bord, est à renversement de marche. Il y a deux mâts portant chacun une lampe de visée du plus faible éclairement possible et juste suffisant pour que l'on puisse suivre, avec une forte lunette, les déplacements de l'engin. Car, pour qu'on puisse le diriger, il faut nécessairement le voir. L'ennemi aussi le verra, et c'est là un inconvénient. Mais les mâts étant très minces et peu élevés sur l'eau, ils ne peuvent être visibles qu'à faible distance. On peut y obvier, d'ailleurs, en opérant de préférence la nuit et en masquant à la vue de l'adversaire, par de petits écrans, la lumière des lampes.

L'appareil de commande à distance, placé au centre du bateau, se compose d'un plateau fixe, en matière isolante, portant, disposées à sa périphérie, huit touches métalliques constituées par de petits cylindres dans lesquels se déplacent des tiges appuyées dans le fond de ces cylindres par des ressorts. (On n'en a représenté qu'une sur la figure 2 pour plus de simplicité.) Sur un axe passant par le centre de ce plateau et mû, soit par un mouvement d'horlogerie, soit par tout autre moyen, est monté un deuxième plateau isolant, en regard du premier, tournant avec l'axe, et portant un doigt métallique. Lorsqu'il tourne, ce doigt pousse successivement chacune des tiges du premier plateau qui retombent aussitôt après son passage.

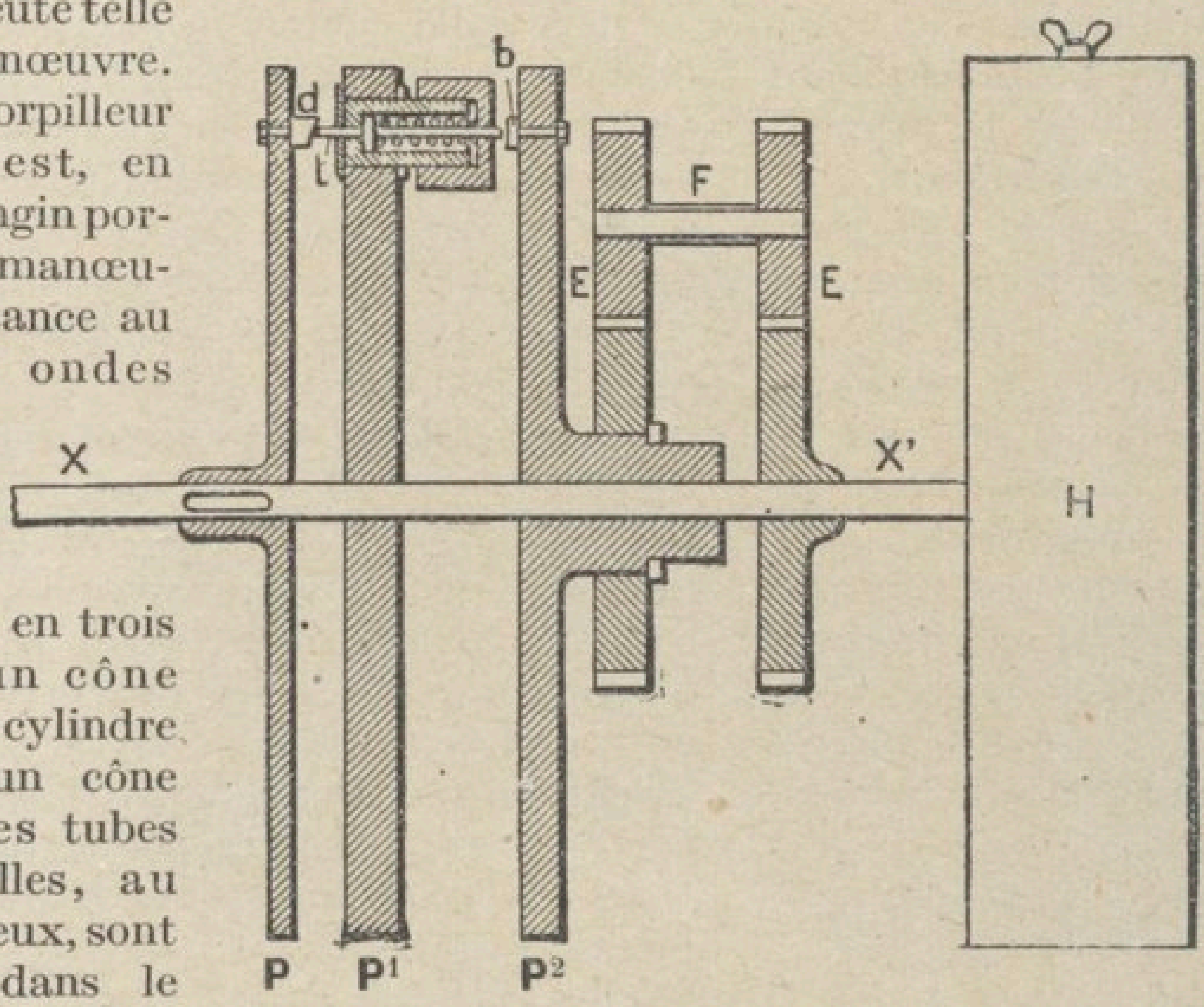


FIG. 2. — APPAREIL DE COMMANDE A DISTANCE PAR LES ONDES DE T. S. F.

X X', *axe ;* P, *plateau fixe ;* P[1], *plateau tournant sur l'axe ;* P[2], *plateau fou sur l'axe et que le train d'engrenages fait tourner ;* E E, *train d'engrenages ;* H, *boîte du mouvement d'horlogerie actionnant l'axe* X X' ; t, *tige de l'une des huit touches du plateau fixe, avec son cylindre et son ressort ;* d, *doigt du plateau mobile ;* b, *butée de contact.*

Un troisième plateau, fou sur l'axe dont il vient d'être parlé, et recevant son mouvement de cet axe, mais par l'intermédiaire d'un train d'engrenages, tourne avec une vitesse trois fois moindre que celle communiquée au deuxième plateau. Ce troisième plateau porte une butée de contact qui livrera passage au courant électrique au moment voulu.

Les manœuvres, dites commandes, à effectuer, au nombre de six, sont les suivantes : 1° gouvernail à droite ; 2° gouvernail à gauche ; 3° mise en marche des machines ; 4° réglage, arrêt et marche arrière des machines ; 5° éclipse ou allumage des lampes ; 6° lancement de la torpille ou plutôt sa mise en liberté, car elle sort de son tube, au moment opportun, par le seul mouvement de ses hélices déclenchées.

Veut-on la commande 5? On lance successivement cinq trains d'ondes à peu d'intervalle les unes des autres ; la tige 5 du premier plateau est soulevée par le doigt du deuxième plateau qui se trouve alors immobilisé dans la position voulue par un déclic, et, lorsque la butée du troisième plateau vient en contact avec ladite tige 5, le circuit d'un électro correspondant à la commande considérée est fermé, et l'électro exécute

directement ou par l'intermédiaire d'un servo-moteur la manœuvre convenable. L'appareil est ensuite mis au repos.

On peut parer au danger de voir l'appareil obéir à l'adversaire par la sélection des ondes, ou syntonisation, qui, nos lecteurs le savent sans doute, consiste à réaliser un dispositif qui ne soit impressionné que par les ondes émises par certaines stations déterminées, à l'exclusion de toutes les autres.

La syntonisation est basée sur des phénomènes de concordance et de résonance. Ainsi, deux antennes de même longueur vibreront à l'unisson, et les ondes des antennes voisines, plus longues ou plus courtes, n'auront aucune action sur les stations intéressées. Malheureusement, les ondes électriques s'amortissent trop rapidement pour permettre ces accords, même si elles sont de longueurs égales entre les deux postes. Il est indispensable de produire des ondes à amortissement très ralenti. L'antenne n'est plus frappée par une onde unique, mais par une série d'ondes dont les effets s'ajoutent, et l'antenne réceptrice, supposée en harmonie avec elle, acquiert un mouvement vibratoire plus considérable. Deux postes harmonisés entre eux pourront échanger des télégrammes que ne recevront pas les voisins, mais il n'est pas impossible à ces mêmes voisins, quand ils y ont un intérêt quelconque, de surprendre les conversations, car ils peuvent s'harmoniser avec eux à leur insu. C'est ce qui arrive maintes fois.

Le système serait donc difficilement applicable à la direction des torpilles puisqu'il ne serait pas certain que l'opérateur qui les a lancées conserverait toujours le contrôle absolu sur elles, mais une nouvelle solution, basée, non plus sur la longueur d'ondes, mais sur le nombre des étincelles à produire par seconde, permettrait de réaliser une syntonie beaucoup plus précise et aussi beaucoup plus efficace que la précédente.

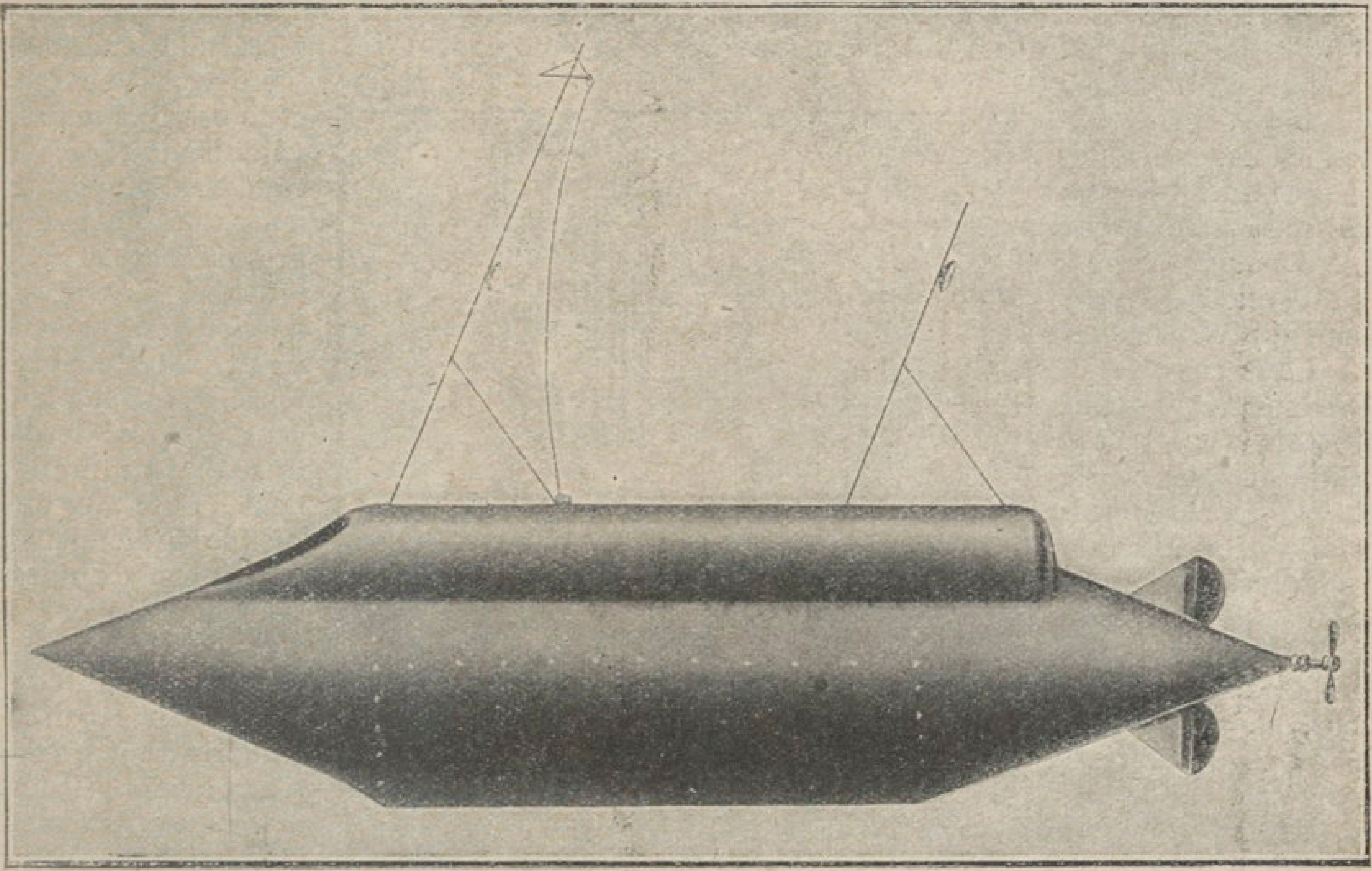


FIG. 3. — VUE GÉNÉRALE DE L'AUTO-PORTE-TORPILLES, AVEC SON ANTENNE
Le renflement supérieur est l'un des tubes renfermant l'une des deux torpilles que porte l'engin.

La stabilité longitudinale de l'engin est assurée par le dispositif bien connu, employé dans la torpille automobile, du pendule et du piston hydrostatique ; quatre gouvernails horizontaux la règlent convenablement.

L'auto-torpilleur peut être embarqué à bord d'un cuirassé ou de tout autre navire, ou encore concourir à la défense des côtes. Sa portée n'a d'autre limite que celle de la vue des lampes de visée par l'opérateur ou par un observateur posté à une plus ou moins grande hauteur, pouvant ainsi atteindre plusieurs dizaines de kilomètres.

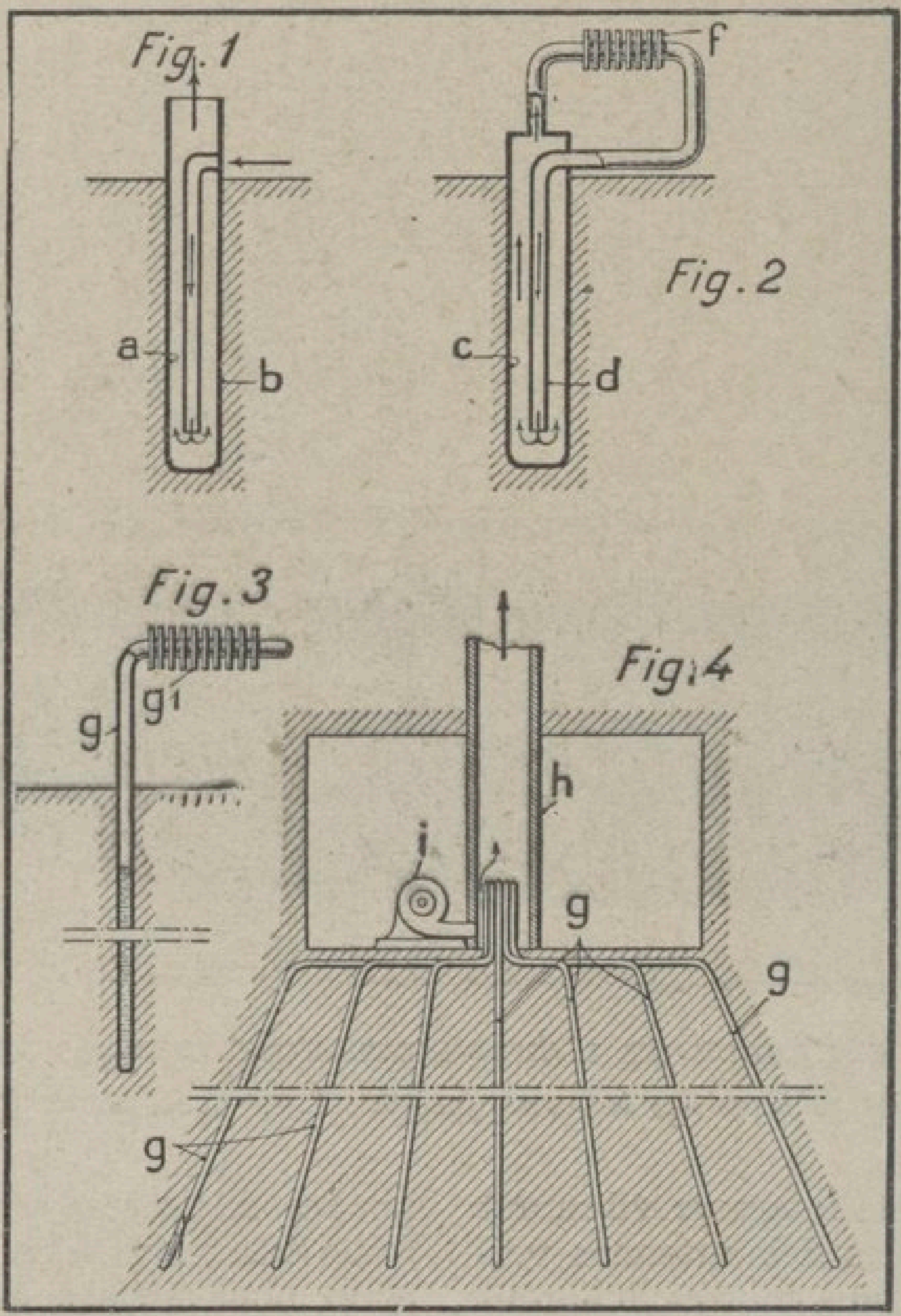
MAX FÉLICET

L'UTILISATION DE LA CHALEUR DU SOL

Un Anglais, M. Monbeig, propose à ses contemporains de se procurer une source de chaleur au moyen d'un dispositif propre à utiliser la différence de température qui existe entre les couches inférieures du sol et l'atmosphère. Prométhée déroba le feu du ciel pour animer sa statue d'argile, l'inventeur moderne, moins ambitieux et plus utilitaire, ne s'en prend qu'au feu de la terre pour réchauffer ses semblables par ce temps de pénurie de charbon.

Son système, qui fait l'objet d'un brevet d'invention à lui délivré en 1915, consiste à utiliser la différence de température entre les couches inférieures du sol (de 4 à 25 mètres) où elle est à peu près constante, quelle que soit l'époque de l'année (8 à 10° environ) et l'atmosphère, pour obtenir à la surface de la chaleur ou du froid, suivant la saison. On se procurerait ainsi un chauffage « idéal et gratuit par excellence ». Ce transport de chaleur, d'après l'inventeur, peut s'obtenir par trois moyens différents, quoique dérivés d'un seul, qui est l'enfoncement dans le sol ou dans l'eau d'un puits plus ou moins profond, d'un tube fermé à son extrémité inférieure et transmettant à la surface la chaleur de la zone qui l'entoure. Dans ce premier tube, on en introduit un second, concentrique, et ouvert à ses deux extrémités. Le premier tube (extérieur) débouche dans la pièce à chauffer. L'air froid descend par le tube intérieur et remonte ensuite par l'espace annulaire compris entre les deux tubes en se réchauffant. La circulation s'établit ainsi automatiquement, au dire de l'inventeur, dans le sens des flèches que l'on remarque sur les schémas ci-dessous, et elle sera d'autant plus active que la pièce à chauffer sera plus élevée et que la température y sera plus froide.

Au lieu d'air, on peut employer une circulation d'eau, qui se fait alors en circuit fermé. L'eau, échauffée dans l'espace annulaire, entre les tubes, monte jusqu'à un radiateur, où elle cède sa chaleur, puis redescend. On peut activer sa circulation à l'aide d'une petite pompe. C'est la seconde méthode.



DISPOSITIFS POUR L'UTILISATION DE LA DIFFÉRENCE DE LA TEMPÉRATURE ENTRE LES COUCHES BASSES DU SOL ET L'ATMOSPHÈRE

*Fig. 1 : Premier moyen par circulation d'air; fig. 2 : moyen par circulation d'eau ; fig. 3 : moyen par volatilisation d'un liquide ; fig. 4 : variante du procédé précédent (*a *et* d, *tubes intérieurs ;* b *et* c, *tubes extérieurs dans le sol ;* f, *radiateur ;* g, *tubes plongeurs ;* g¹, *radiateur ;* h, *conduit de l'air chaud ;* i, *ventilateur).*

Le troisième procédé est basé sur la vaporisation et la condensation continues d'un fluide approprié contenu dans le tube. La transmission de chaleur serait alors plus intense. Le tube plongeur, qui est fermé hermétiquement, peut aller à une grande profondeur ; il se prolonge au-dessus de la pièce à chauffer en formant radiateur. S'il contient un liquide bouillant à basse température (l'ammoniaque, par exemple, qui bout à 10° sous la pression de 6 atmosphères environ), celui-ci se comportera comme une vapeur saturée, et la température de 10° se transmettra intégralement sur toute la longueur du tube. Si la partie supérieure est refroidie, le gaz ammoniac formé se condense et tombe à la partie inférieure où il se vaporise de nouveau, et le cycle se continue.

Nous renvoyons les lecteurs à la page 309, où ils trouveront un article sur les moyens, plus pratiques que ceux-ci, de se chauffer sans charbon ni gaz.

LA SOUDURE LA PLUS RÉSISTANTE EST LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

Par Lucien FOURNIER

L'arc électrique venait à peine de jeter sa clarté éblouissante dans les ateliers et sur les vastes avenues des grandes villes, que l'on songea à utiliser la haute température qu'il dégage pour obtenir la fusion des métaux et réaliser la soudure autogène. Il avait déjà pénétré dans l'industrie pour effectuer la réparation des pièces brisées avant même que fût connue la soudure par le chalumeau à l'acétylène ou à l'hydrogène ; mais les recherches couronnées de succès auxquelles donnèrent lieu ces derniers appareils, ainsi que la méthode aluminothermique, entraînèrent l'abandon des études relatives à la soudure électrique.

La guerre, en portant l'activité des industries métallurgiques à une intensité inconnue jusqu'ici, a fait naître des procédés de fabrication nouveaux et appelé l'attention sur d'autres trop négligés. Il s'est produit comme une sorte de résurrection de méthodes délaissées par indifférence. Une fois de plus, les besoins ont fait naître et renaître les organes. C'est ainsi que la soudure électrique, à peu près complètement inconnue chez nous, a pu prendre une place déjà intéressante dans l'industrie métallurgique. Ses applications sont devenues extrêmement nombreuses et elle se pose, à l'heure actuelle, en concurrente heureuse, triomphante même, de la soudure par le chalumeau oxyacétylénique ou oxhydrique, maître incontesté, jusqu'ici, de la soudure autogène.

Les circonstances lui ont encore été favorables à un autre point de vue. Beaucoup d'ateliers menacés de chômage par le manque de carbure de calcium, se sont jetés sur l'arc électrique comme sur une bouée de

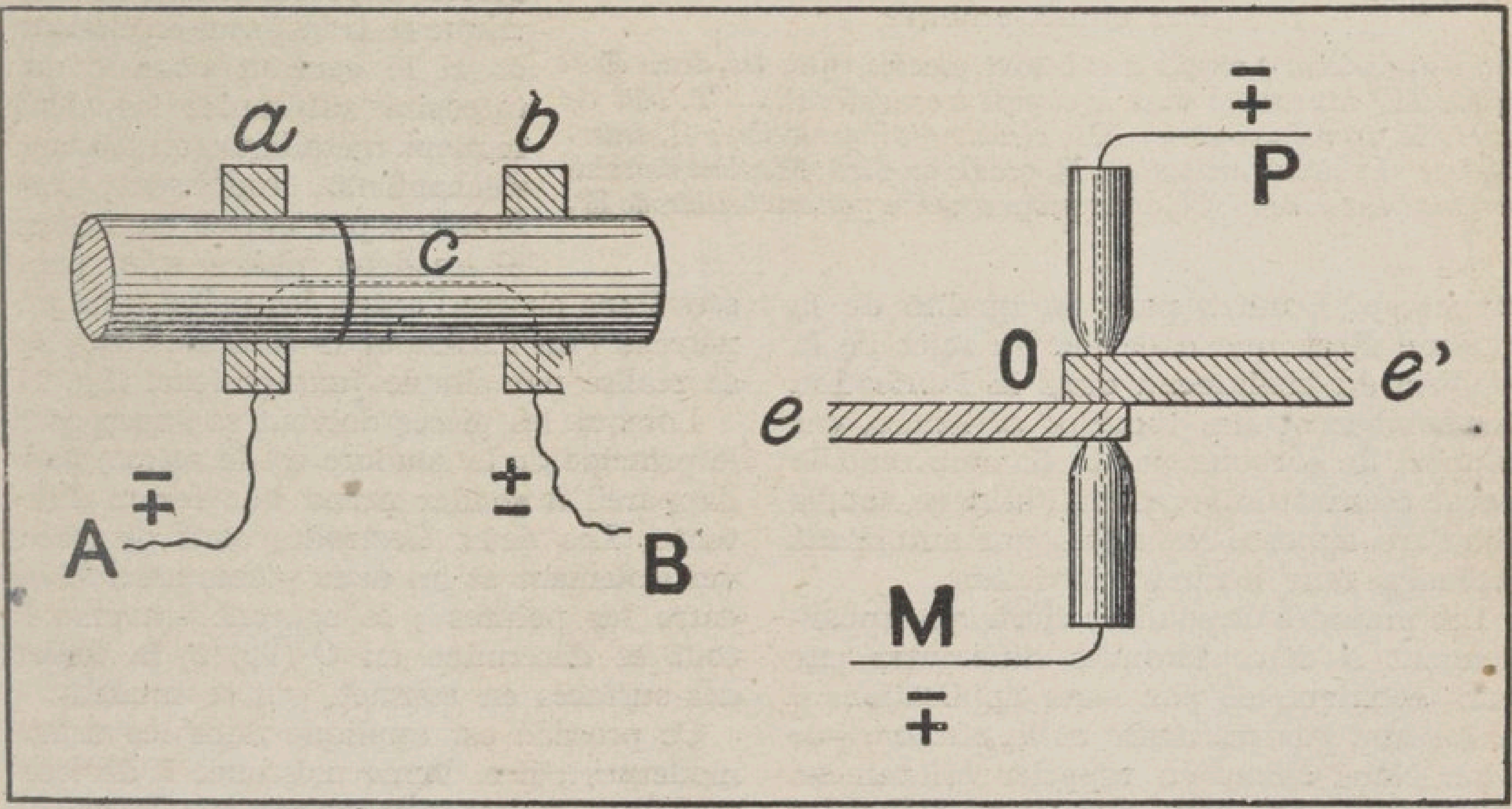


FIG. 1 ET 2. — LE PROCÉDÉ DE SOUDURE ÉLECTRIQUE PAR COURT-CIRCUIT

A gauche : les deux pièces à souder sont mises bout à bout et maintenues par les électrodes a *et* b. *Le courant du circuit* AB, *amené aux électrodes, traverse les pièces, comme l'indique le pointillé* c. *Son passage provoque l'échauffement puis la fusion des deux extrémités des pièces en contact et la soudure s'effectue. — A droite : deux tôles* e *et* e' *sont serrées entre les deux électrodes appartenant au circuit* PM*; le courant traverse électrodes et tôles, provoque la fusion de ces dernières suivant la ligne pointillée* O*, où les tôles se soudent avec une puissance extraordinaire.*

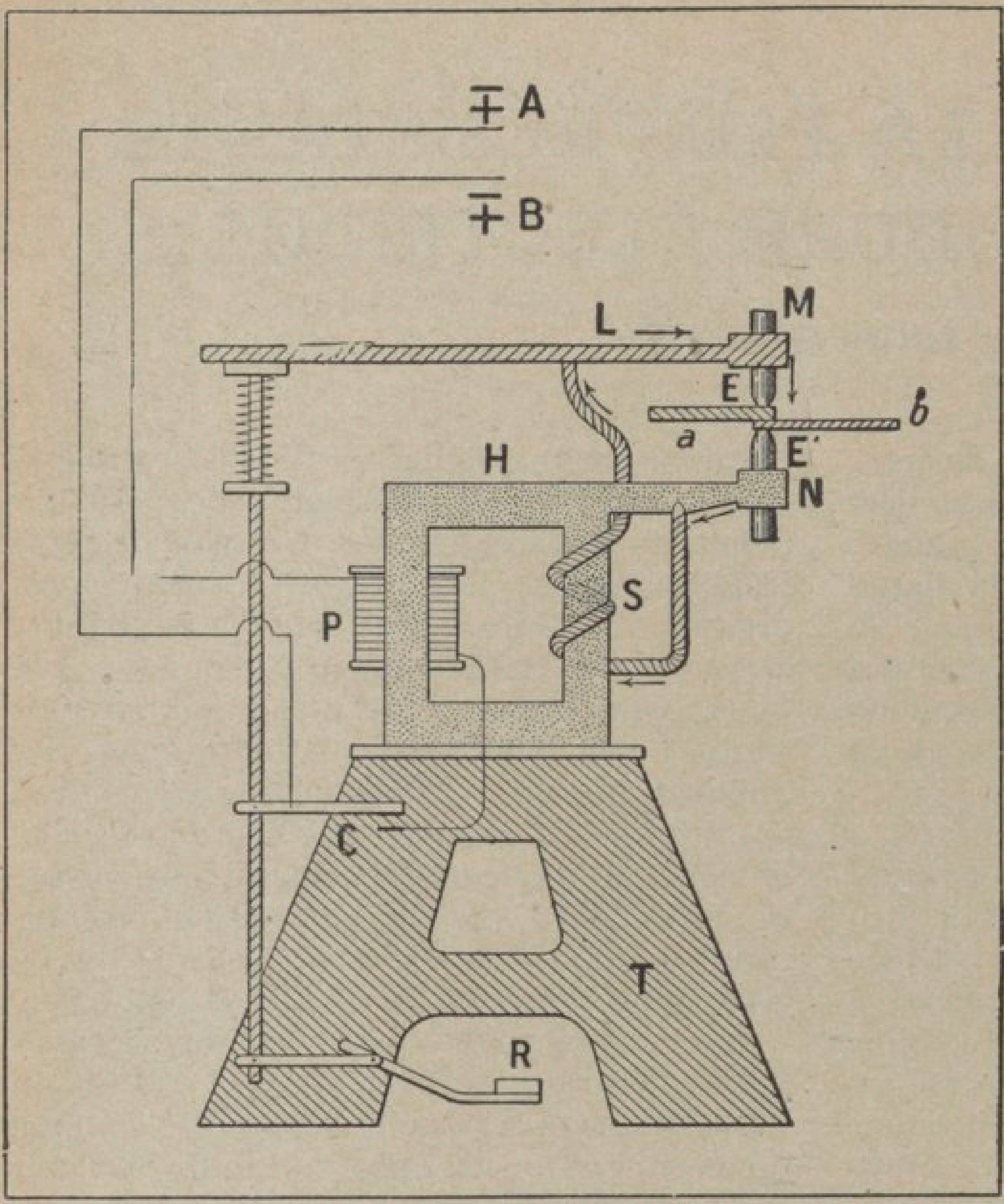


FIG. 3. — APPAREIL RÉALISANT LA SOUDURE ÉLECTRIQUE PAR COURT-CIRCUIT

Les deux pièces à souder a *et* b *sont placées entre les deux électrodes* EE' *intercalées dans le circuit secondaire* S. — T, *bâti de fonte;* H, *transformateur;* AB, *circuit d'alimentation;* C, *interrupteur;* P, *circuit primaire;* R, *pédale au pied;* M, *pièce massive portant l'électrode* E; N, *autre pièce massive portant l'électrode* E'.

sauvetage. D'autre part, la qualité de la soudure électrique a décidé du rejet de la soudure au chalumeau dans la fabrication des bombes et des torpilles aériennes, car l'apport de carbone par la flamme rend le métal cassant, impropre à l'usinage, tandis que l'arc apporte un métal pur autorisant l'usinage sans aucune restriction.

Les procédés de soudure électrique appartiennent à deux formules différentes par leur technique et par leurs applications : la *soudure par résistance* et la *soudure par l'arc*. Nous allons en rappeler brièvement l'historique, qui nous permettra d'aborder beaucoup plus aisément leur étude.

La soudure électrique par résistance.

Le procédé par résistance, appelé aussi soudure par court-circuit, fut inventé en 1877 par Elihu Thomson. Avant lui, en 1867, Wilde avait préconisé l'emploi du courant électrique pour unir par fusion deux fils de cuivre en contact parcourus par un fort courant électrique. Siemens, en 1881, avait réussi à souder des fils de fer de 3 millimètres, et Joule, en 1887, avait indiqué, dans un mémoire sur la fusion des métaux par l'électricité, les conditions nécessaires pour réaliser la soudure électrique. Mais E. Thomson est l'auteur des premiers appareils de soudure industrielle par l'emploi de courants de très forte intensité.

Le procédé par résistance était déjà largement représenté avant la guerre en Suède, en Allemagne et quelque peu en France, dans certaines industries spéciales, comme la fabrication des chaînes. Le principe repose sur une loi électrique bien connue. On sait que lorsque deux masses métalliques, rapprochées par simple contact, sont parcourues par un courant électrique, ce courant éprouve une résistance à traverser le contact entre les deux pièces. Or, cette résistance électrique se transforme en chaleur, et si le courant possède une intensité suffisante, les deux sections métalliques en présence s'échauffent, rougissent, puis finissent par entrer en fusion. Si les deux pièces sont pressées l'une contre l'autre, les métaux se pénètrent l'un l'autre et la soudure autogène se réalise par simple juxtaposition (fig. 1).

Lorsque les pièces doivent se superposer, le principe de la soudure est le même, mais l'appareil à souder prend une forme différente. Les deux électrodes sont disposées verticalement et les deux pièces assemblées entre les pointes ; le courant traverse le tout et détermine en *O* (fig. 2) la fusion des surfaces en contact, qui se soudent.

Ce procédé est appliqué dans les usines modernes ; il a donné naissance à diverses machines toutes construites sur le même principe électrique, mais dont les dispositifs mécaniques varient selon la nature du travail que l'appareil est appelé à fournir. La figure 3 va nous permettre d'expliquer le fonctionnement d'un modèle courant.

Un bâti en fonte *T* porte un transformateur *H* dont le circuit primaire *P* est en

FIG. 4. — OUVRIER SOUDANT LES EXTRÉMITÉS DE LA JANTE D'UNE ROUE D'UNE VOITURE D'ENFANT

De la main droite, il provoque le rapprochement des deux extrémités soudées, et le mouvement du pied sur la pédale ferme l'interrupteur au moment voulu.

relation avec le circuit d'alimentation *AB;* un interrupteur *C* peut ouvrir ou fermer le circuit à la volonté de l'ouvrier appuyant sur une pédale au pied *R*. Le circuit secondaire *S*, constitué par quelques enroulements de fil de gros diamètre, se termine, d'une part, à une pièce massive *N*, portant l'électrode *E'*, d'autre part à une seconde pièce *M* à l'extrémité de laquelle est fixée l'électrode *E*. Les pièces à souder *a* et *b* sont assemblées entre les deux électrodes qui, remplissant en même temps les fonctions de mâchoires, maintiennent les deux tôles en contact étroit.

Lorsque l'ouvrier appuie sur la pédale, le contact *C* se ferme et le courant traverse le circuit primaire *P;* un courant induit, qui prend naissance aussitôt dans le secondaire, traverse les électrodes et les deux tôles en présence. Son intensité est calculée de telle sorte que la fusion du métal s'opère presque instantanément et la soudure est faite.

L'intervention du transformateur est obligatoire parce que la fusion des métaux exige un courant d'une intensité considérable sous une très faible tension, c'est-à-dire plusieurs milliers d'ampères sous deux ou trois volts. Or, la distribution des réseaux électriques se présente sous des voltages très différents, variant de 110 à 500 volts. Le transformateur intervient donc utilement pour élever l'intensité et diminuer la tension. D'autre part, l'emploi du courant continu est presque une impossibilité en raison des variations brusques d'intensité du courant et de la nécessité d'employer des dynamos à basse tension, très coûteuses comme achat et plus dispendieuses encore comme entretien.

Les machines construites pour répondre à tous les besoins de la soudure électrique par résistance se classent en deux catégories appartenant à l'un ou à l'autre des deux principes que nous avons définis sommairement plus haut et qui réalisent la *soudure bout à bout* ou les *points de soudure.*

La Société « La Soudure Electrique » en a construit un assez grand nombre de modèles, qui sont actuellement en usage courant dans l'industrie. Avant la guerre, l'Allemagne fournissait la presque totalité de ces machines. Il nous est agréable de constater ce nouvel et très intéressant effort de l'industrie française.

Dans les machines à souder bout à bout, les pièces conductrices du courant sont en métal bon conducteur, et on combat leur échauffement par une circulation d'eau. Le transformateur est toujours placé aussi près que possible des électrodes afin de diminuer les pertes de courant dans les conducteurs. Les pièces à souder sont rapidement mises en place, bien serrées l'une contre l'autre et fortement engagées dans les mâchoires dont le profil correspond toujours au leur. Un jeu de mâchoires représentant des profils variés accompagne chaque machine pour répondre à tous les besoins.

Pendant l'opération, lorsque le métal arrive au blanc étincelant, il se forme un bourrelet autour de la soudure ; on le supprime au marteau sans qu'il soit nécessaire de procéder à une nouvelle chauffe lorsque

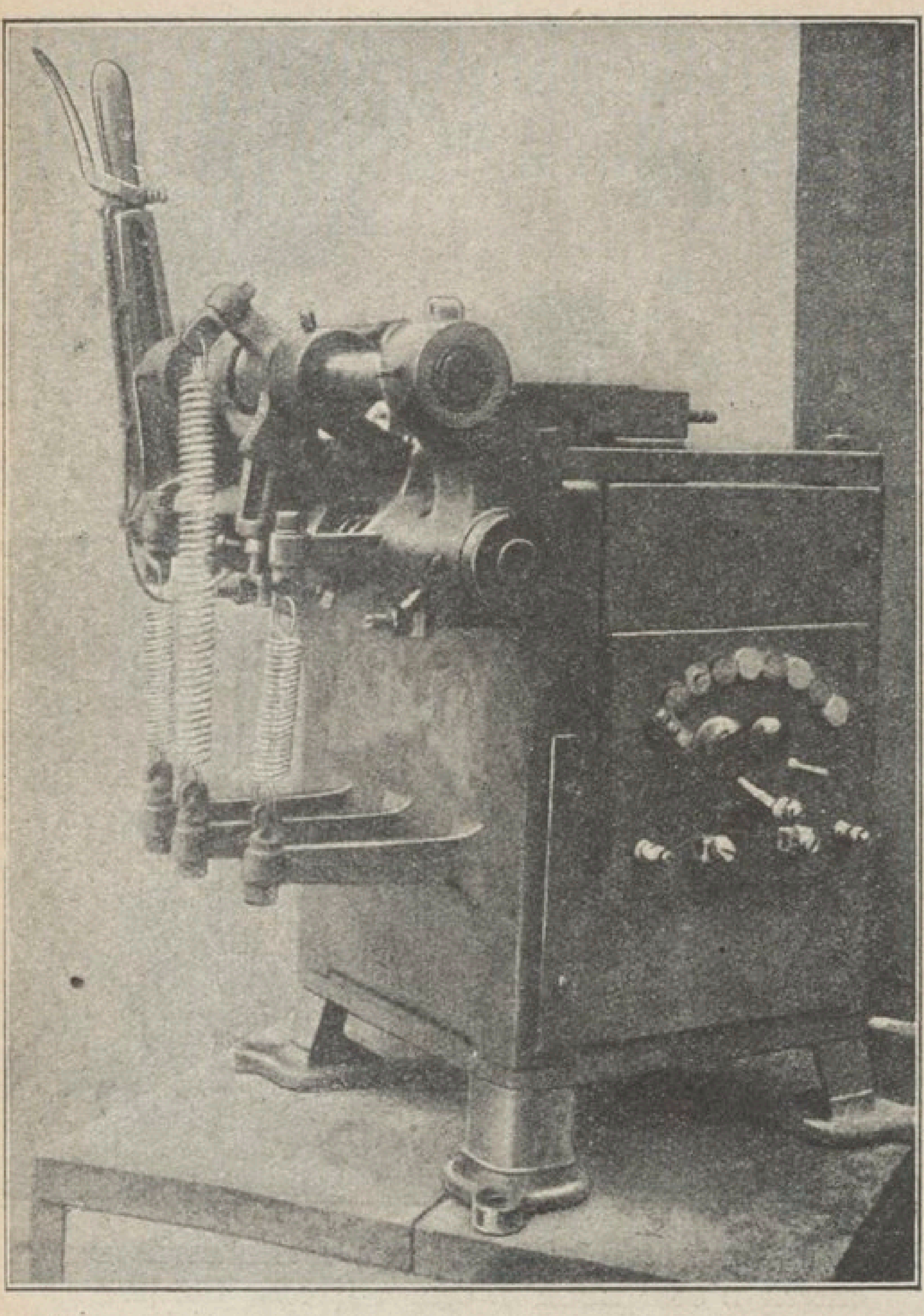


FIG. 5. — MACHINE À SOUDER ÉLECTRIQUEMENT LES ANNEAUX ET LES MAILLONS DES CHAINES

Production d'un ouvrier habile : 600 à 1.000 pièces à l'heure.

les pièces sont d'assez grande section. On peut aussi enlever le bourrelet à la meule. Lorsque les pièces sont de petit diamètre, les machines sont construites pour enlever automatiquement le bourrelet ; l'ouvrier ayant appuyé sur la pédale et engagé les pièces à souder dans les mâchoires n'a plus qu'à libérer la pédale pour que la soudure s'effectue seule ainsi que l'estampage du bourrelet. En appuyant une seconde fois sur la pédale, il peut retirer les pièces soudées et en mettre deux autres en place.

La soudure bout à bout est très employée dans la fabrication des chaînes et des boucles ; dans les machines construites pour cet usage la pédale est remplacée par un levier et l'estampage du bourrelet est automatique. Ces machines soudent par minute 15 maillons en fils de 6 millimètres de diamètre et dépensent 1/10e de kilowatt-heure pour 100 maillons. Une machine à souder des jantes produit à l'heure 100 jantes de 500 millimètres carrés de section, le bourrelet étant enlevé au marteau.

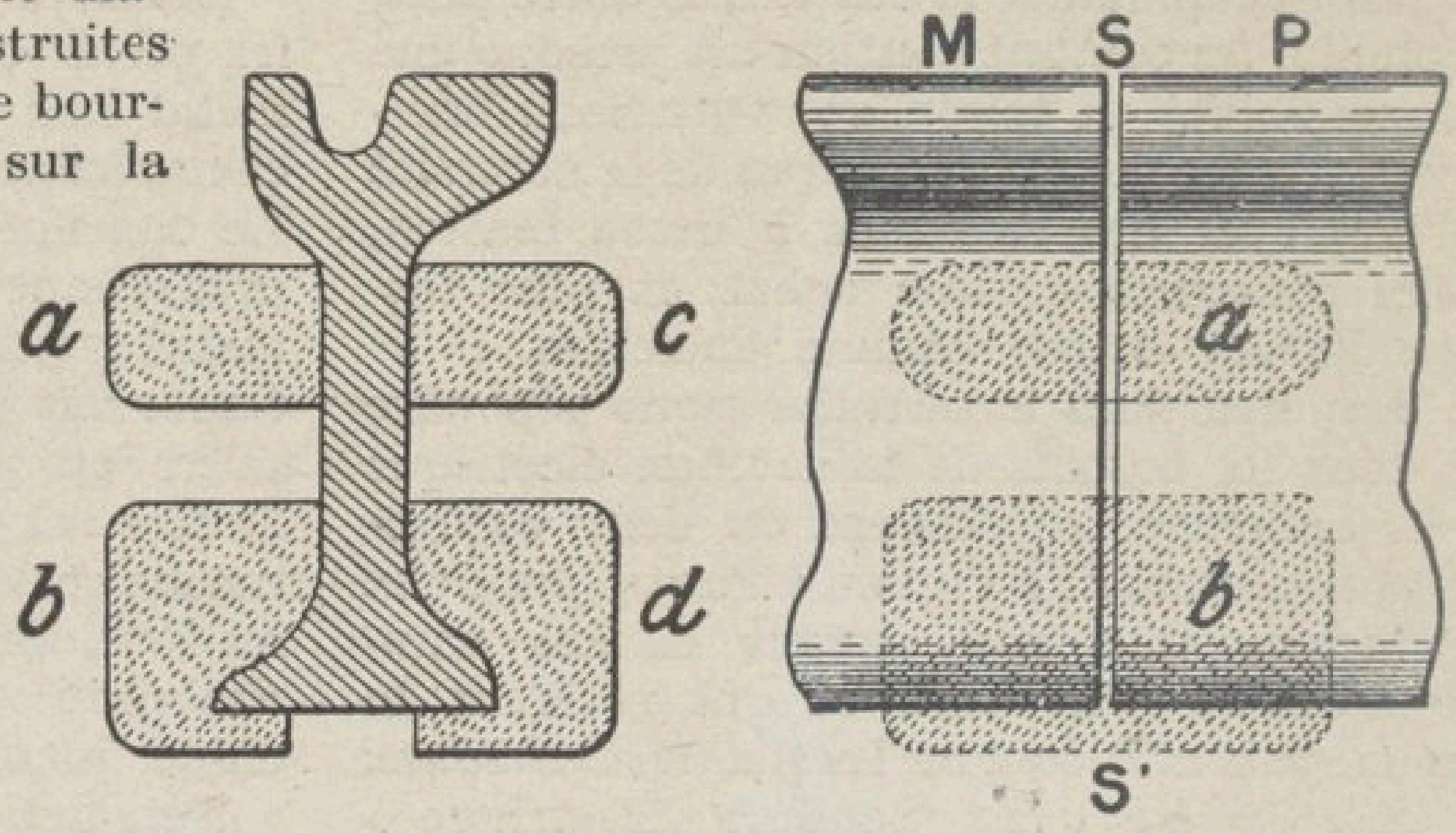


FIG. 6. — SOUDURE DES RAILS PAR COURT-CIRCUIT

A gauche : coupe par le rail ; à droite : vue de face des deux extrémités des rails à souder M P *suivant la ligne de jonction* S S'. — a c *et* b d, *pièces d'acier dont la fusion sert à assurer la soudure.*

Les applications de la soudure électrique par rapprochement — bout à bout — sont très nombreuses. Une des plus récentes est la soudure des pointes de nickel sur des tiges d'acier pour former les électrodes des bougies d'allumage des moteurs à explosions. On peut aussi souder des pièces de sections différentes, comme des pênes de serrures.

La seconde méthode de soudure par résistance, la *soudure par points*, s'emploie aussi de plus en plus depuis le commencement de la guerre. Les machines utilisées, dont nous avons donné le principe plus haut, sont pourvues de deux bras plus ou moins longs permettant d'engager les objets entre les deux électrodes.

La soudure est, pour ainsi dire, instantanée, et la chaleur dégagée, cependant énorme, n'a pas le temps de se propager dans toute la pièce pendant l'opération ; l'ouvrier peut sortir à la main l'objet de la machine avant que la chaleur se soit répandue autour du point de soudure ; quelques instants après,

il serait impossible de le tenir. La longueur des bras, qui paraît actuellement ne pas pouvoir dépasser 1 m. 20, limite nécessairement les applications de la soudure par points à des objets de dimensions assez faibles ; mais les machines sont construites de façon à pouvoir être utilisées pour différentes épaisseurs de tôles, jusqu'à 25 millimètres. Le point de soudure se présente toujours dans les mêmes conditions qu'un rivet, avec cette différence essentielle que rien n'est apparent au dehors ; une application de peinture dissimule complètement l'emplacement de la soudure.

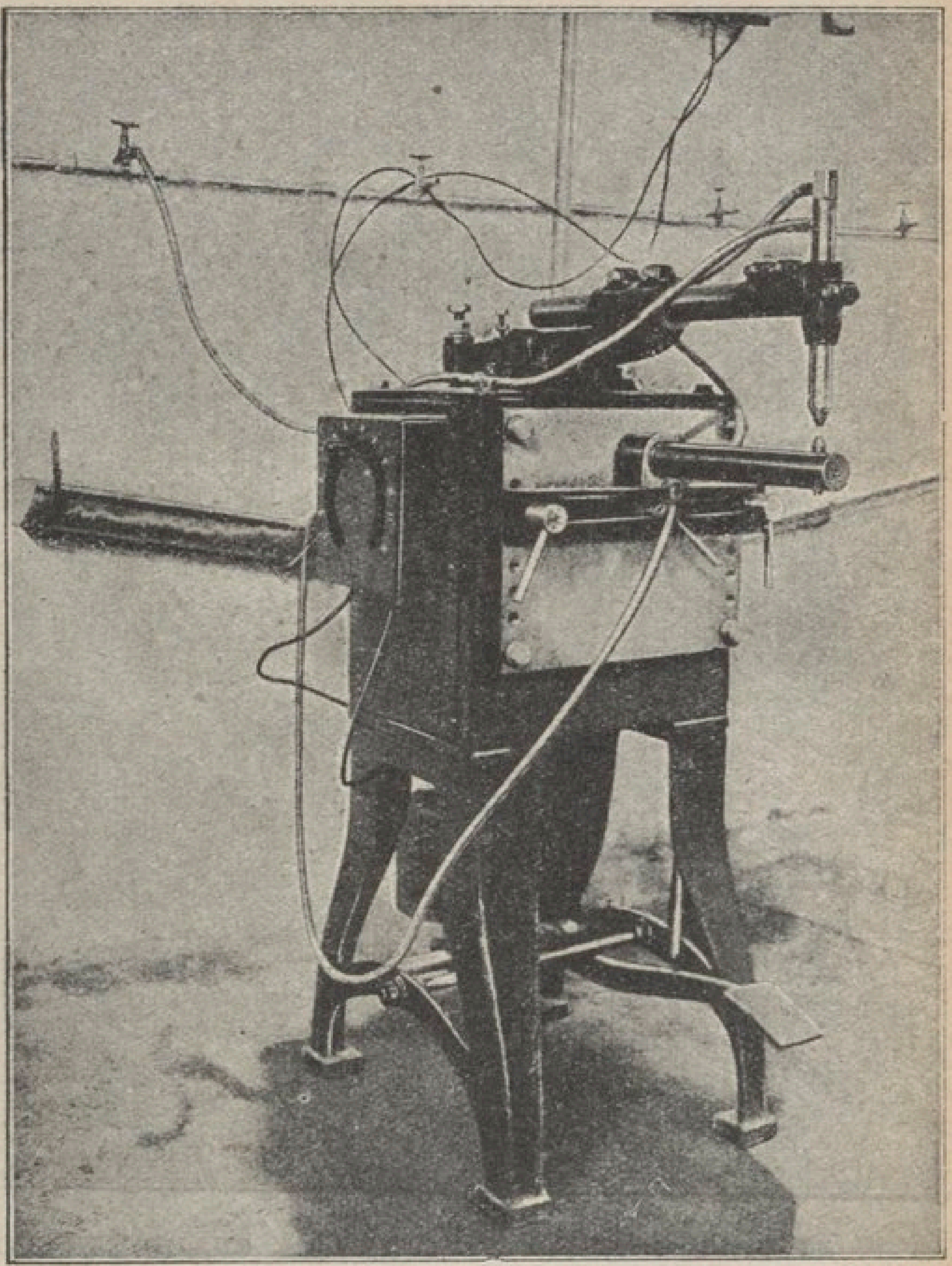


FIG. 7. — MACHINE CONSTRUITE POUR SOUDER ÉLECTRIQUEMENT PAR POINTS

Production d'une bonne ouvrière : 1.500 à 1.800 points à l'heure.

La durée d'une opération et la dépense de courant sont extrêmement faibles. Deux tôles représentant une épaisseur totale de 8 millimètres sont soudées en trois secondes et quatre dixièmes, et la consommation de courant est seulement de 0,99 kilowatt-heure pour 100 points de soudure.

Dans la fabrication des casseroles, on peut arriver à fixer 600 queues en une heure, à raison de deux points de soudure par pièce. Les machines utilisées dans la fabrication des casques produisent 170 casques à l'heure, chacun d'eux recevant 12 points de soudure. Dans certains travaux particuliers, le rendement atteint jusqu'à 2.000 points à l'heure.

D'un maniement facile, ne nécessitant pour ainsi dire aucun apprentissage, ces machines peuvent être confiées à des femmes; leur production est si intense qu'aucune autre méthode de soudure ne peut rivaliser avec elles. De plus, le procédé est, en général, excessivement économique puisque, en dehors de la faible consommation de courant, il évite le poinçonnage des trous de rivets et les rivets eux-mêmes. Enfin, la suppression des têtes de rivets assure une plus grande durée de conservation aux pièces émaillées, qui se détériorent habituellement très vite par la rupture de l'émail autour du rivet (1).

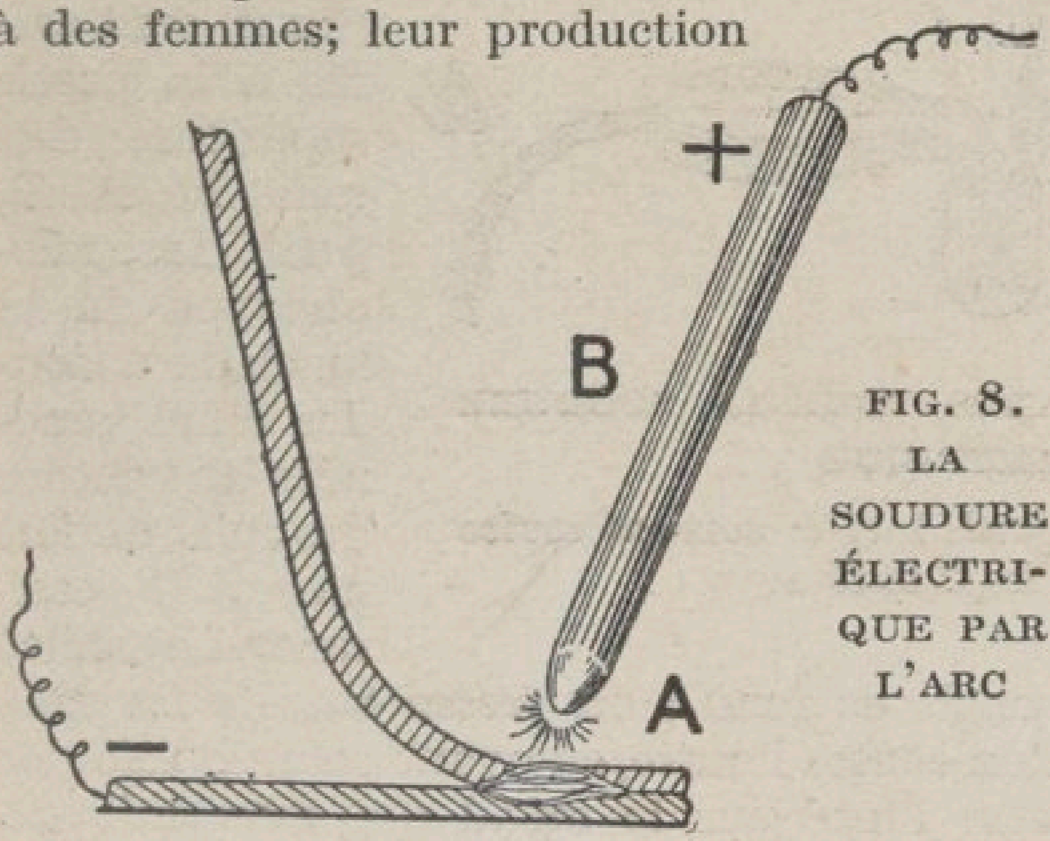


FIG. 8. LA SOUDURE ÉLECTRIQUE PAR L'ARC

L'arc électrique jaillit en A, entre le charbon B et les deux tôles superposées. Le métal fond et les pièces se soudent presque instantanément.

On utilise encore la soudure électrique par résistance dans la petite charpente métallique ; elle est avantageuse en ce sens qu'elle n'affaiblit pas l'aile de la cornière comme le trou du rivet. Les meubles métalliques : vestiaires, armoires, persiennes, etc., sont de plus en plus fabriqués par ce procédé. Des machines spéciales permettent de souder les douilles de fourches, les boîtes de serrures

(1) Varinois : *La Soudure électrique.*

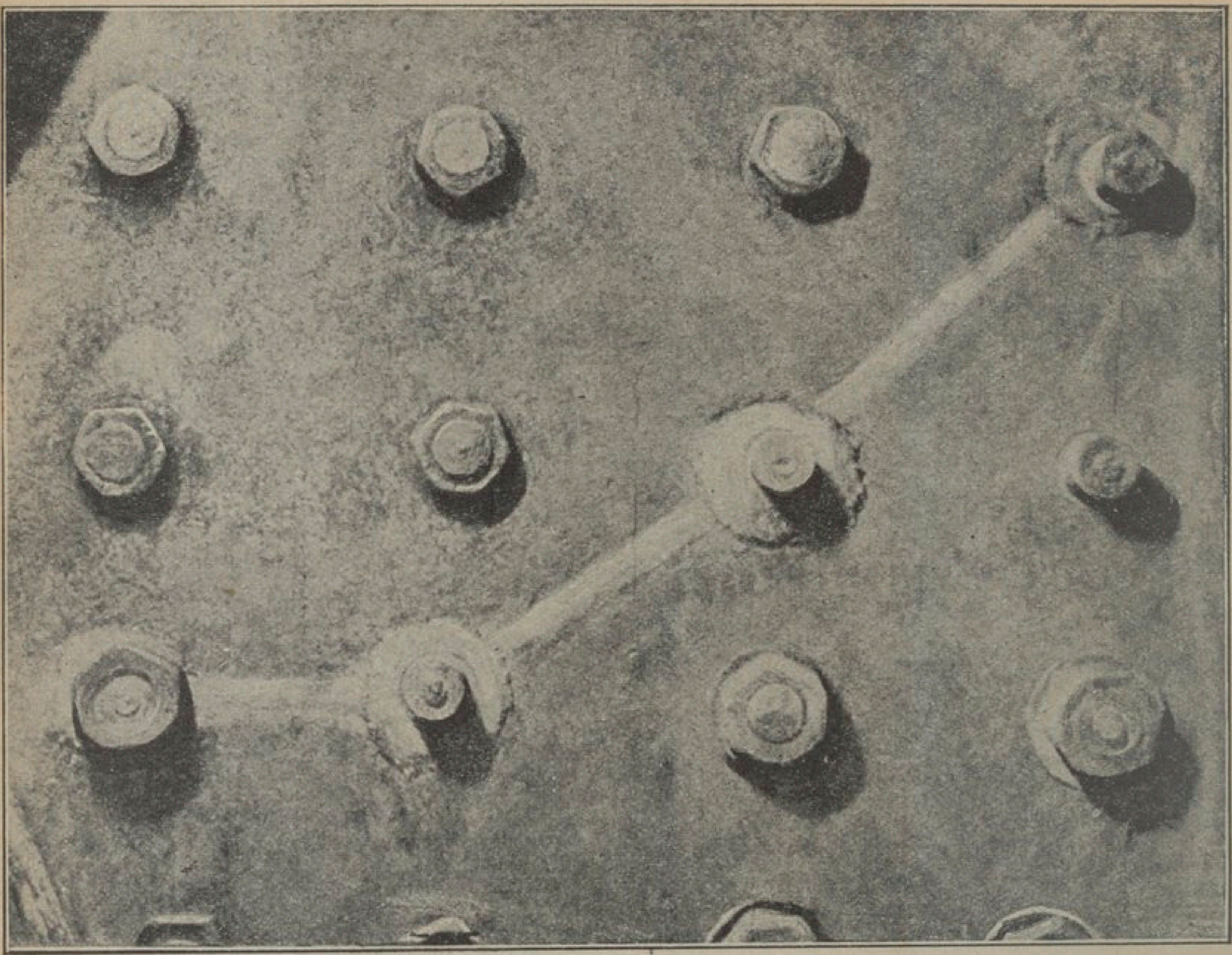


FIG. 9. — UNE RÉPARATION DE CHAUDIÈRE PAR LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

La partie supérieure est une tôle rapportée et soudée à l'ancienne. La soudure suit une ligne de rivets.

et d'effectuer des travaux de forge assez importants. On est même parvenu à faire des soudures étanches ; dans ce cas, les électrodes ordinaires de la soudure par points sont remplacés par des molettes par lesquelles le courant arrive sur les tôles à souder. Ces tôles doivent être superposées parce que la soudure se fait sans apport de métal et les molettes, pressant fortement sur les deux pièces, opèrent une sorte de laminage du métal pendant l'opération. Lorsque les tôles sont assez minces, toute trace de soudure disparaît presque complètement sans qu'il soit nécessaire de passer à la meule.

La soudure par court-circuit s'applique encore à la soudure de pièces assez importantes, comme, par exemple, celle des rails de tramways. L'opération est assez délicate, parce que les deux extrémités des rails en contact doivent se toucher très exactement et souvent même être meulées à l'émeri.

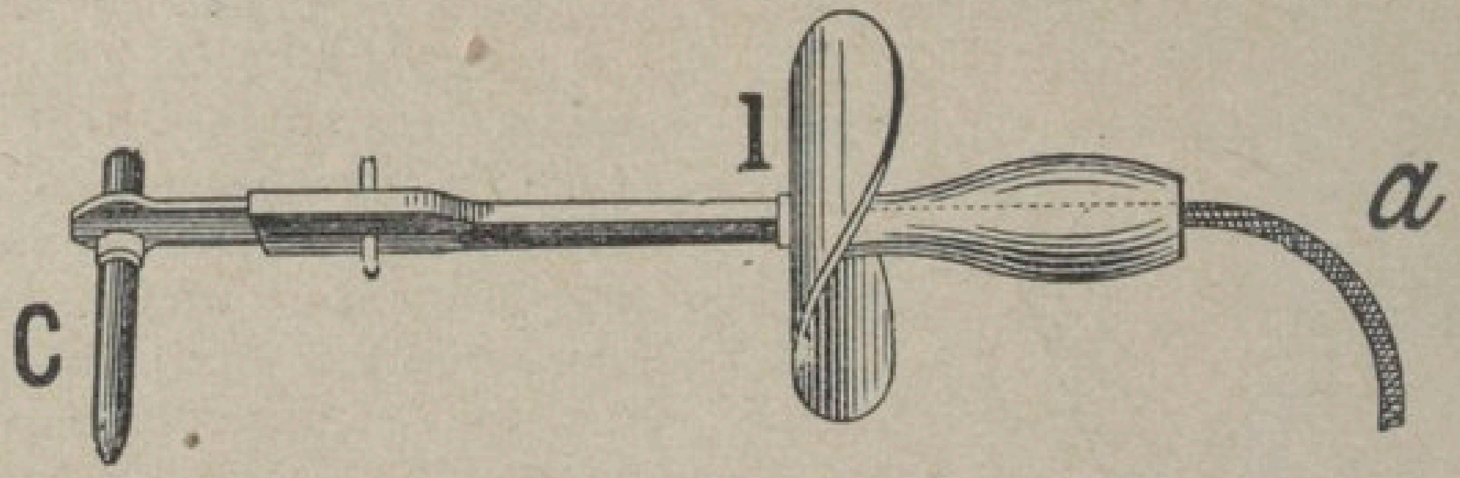


FIG. 10 — APPAREIL BERNADOS POUR LA SOUDURE PAR L'ARC ÉLECTRIQUE

La main est protégée par une garde l, *et le courant arrive au charbon* C *par le fil isolé* a.

Deux morceaux d'acier *a* et *c* (fig. 6) sont serrés à la partie supérieure des rails *M* et *P*, puis les mâchoires de la machine à souder étant amenées au contact des rails, on fait passer le courant. Le métal rougit et fond ; on presse ensuite les rails l'un contre l'autre, en ayant soin de refouler vers l'intérieur le métal qui formerait un bourrelet. On répète la même opération à la base des rails à l'aide des pièces *b* et *d*, et la soudure est assurée. Dans le procédé Lord,

on effectue une brasure des rails en intercalant entre eux une feuille très mince de cuivre rouge

La soudure électrique par l'arc.

Les premiers essais de soudure électrique par l'arc remontent à 35 ans. Les pièces à souder étaient reliées à l'un des pôles d'une source électrique ; un crayon de charbon, relié à l'autre pôle, permettait la production de l'arc dont la température élevée provoquait la fusion du métal. On pouvait même ajouter du métal d'apport sous la forme de fragments qui entraient en fusion en même temps que la portion de pièce touchée par l'arc. Ce procédé, encore employé dans quelques aciéries, ne se prête qu'à des travaux grossiers, pour boucher les criques et soufflures dans les pièces moulées. Il a subi diverses modifications.

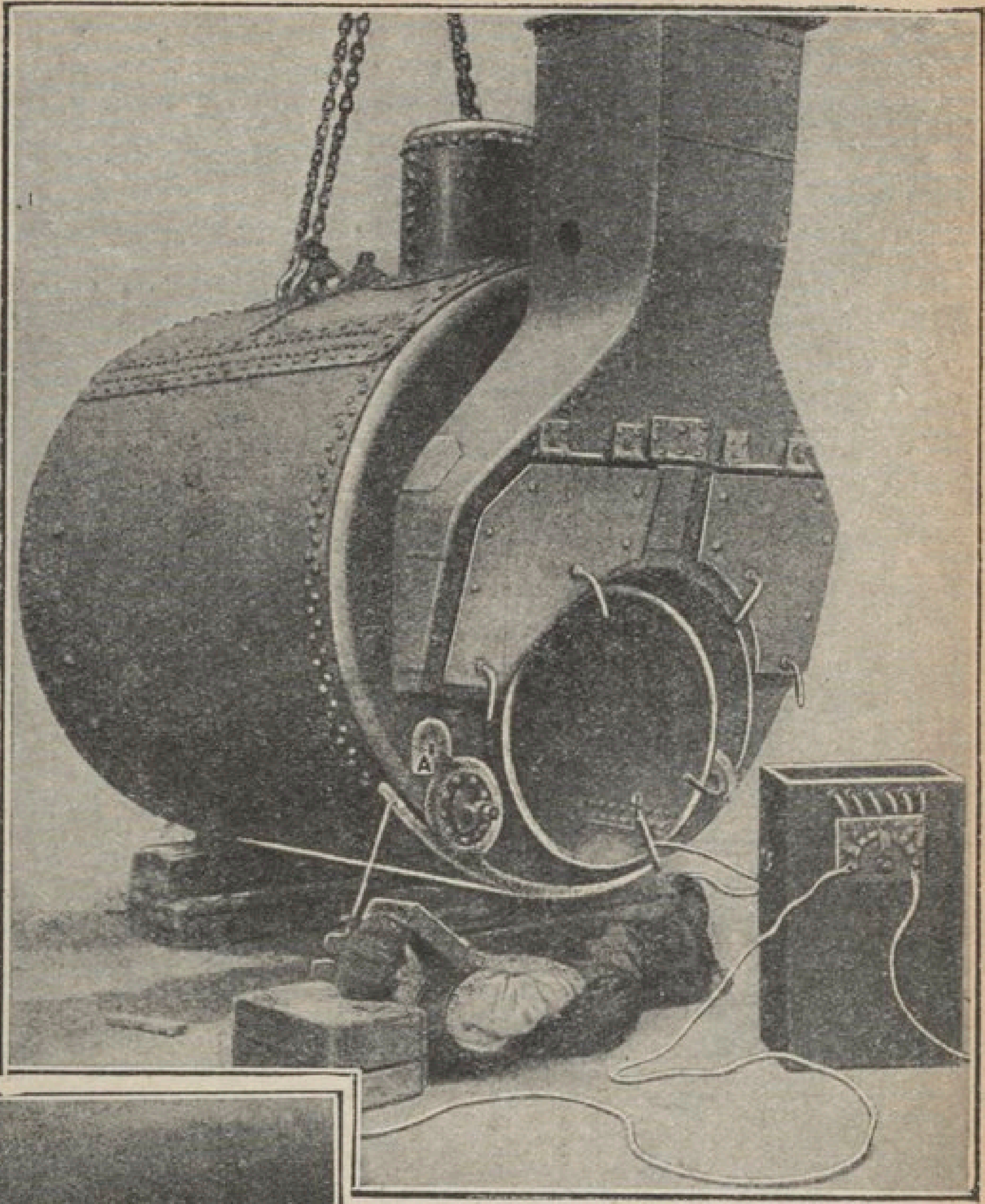


FIG. 11 BIS. — OUVRIER RÉPARANT ÉLECTRIQUEMENT UNE CHAUDIÈRE DE NAVIRE.

L'homme peut prendre toutes les positions pour effectuer les soudures avec l'apport de métal nécessaire. On le voit ici dirigeant la baguette de métal de la main gauche et couvrant ses yeux avec un masque protecteur.

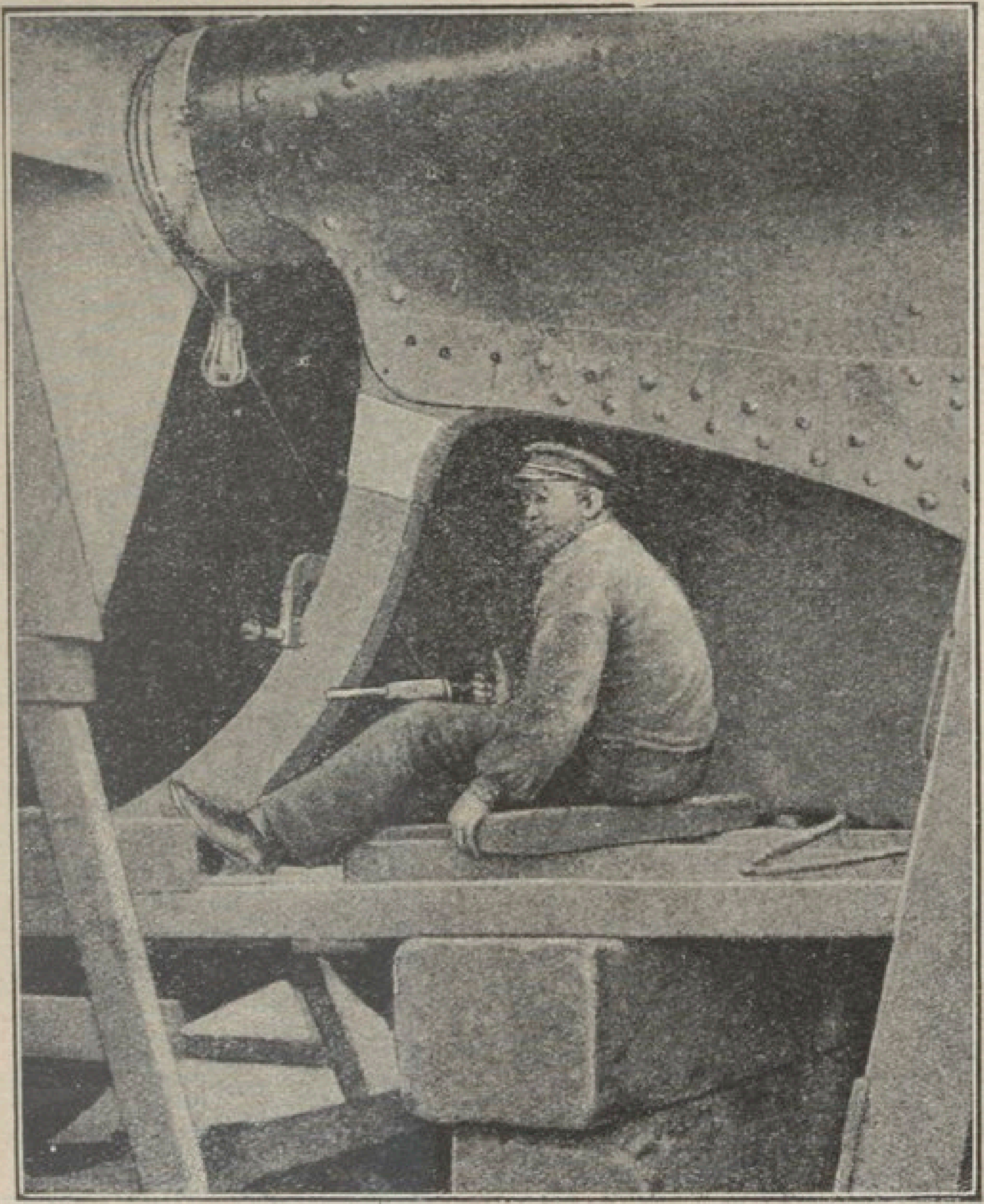


FIG. 11. — RÉPARATION A L'ARRIÈRE D'UN NAVIRE

La légèreté du matériel utilisé pour la soudure électrique permet à l'ouvrier de s'engager dans les charpentes de soutien.

Dans le système Bernados, le charbon est tenu à la main à l'aide d'une pince spéciale. On garantit les yeux des soudeurs en les isolant des pièces à souder par des cloisons de bois dans lesquelles sont pratiquées des fenêtres garnies de verre noir ; on coiffe également les ouvriers de casques. Les procédés modernes ont changé la technique primitive en remplaçant le charbon producteur de l'arc par une baguette de même métal. Les pièces à souder sont placées sur une table métallique reliée à l'un des pôles du courant, et la baguette, tenue à la main à l'aide d'une pince, est reliée à l'autre pôle.

L'arc jaillit entre la baguette et les pièces à souder ; il détermine plus ou moins rapidement la fusion et le dépôt de métal d'apport pris à la baguette pour effectuer la liaison entre les deux pièces en présence.

M. Slavianoff (1) place les deux pièces à souder à une distance de 20 à 30 millimètres l'une de l'autre ; le vide est comblé par la fusion de la baguette d'apport. Le métal devient extrêmement fluide ; aussi le procédé n'est-il applicable qu'à la soudure de pièces horizontales. Le diamètre des baguettes est de 400 à 600 ampères et le voltage de 60 à 65 volts, selon le diamètre de la baguette, la nature du métal que l'on veut travailler et les dimensions de la soudure.

Le problème de la soudure électrique avec baguette d'apport a fait un grand pas grâce à la découverte de l'ingénieur suédois O. Kjellberg, de Goeteborg. On n'avait pas été sans remarquer, avant lui, que les simples baguettes métalliques donnent un arc d'une direction capricieuse et essentiellement variable. C'est la raison pour laquelle on ne peut

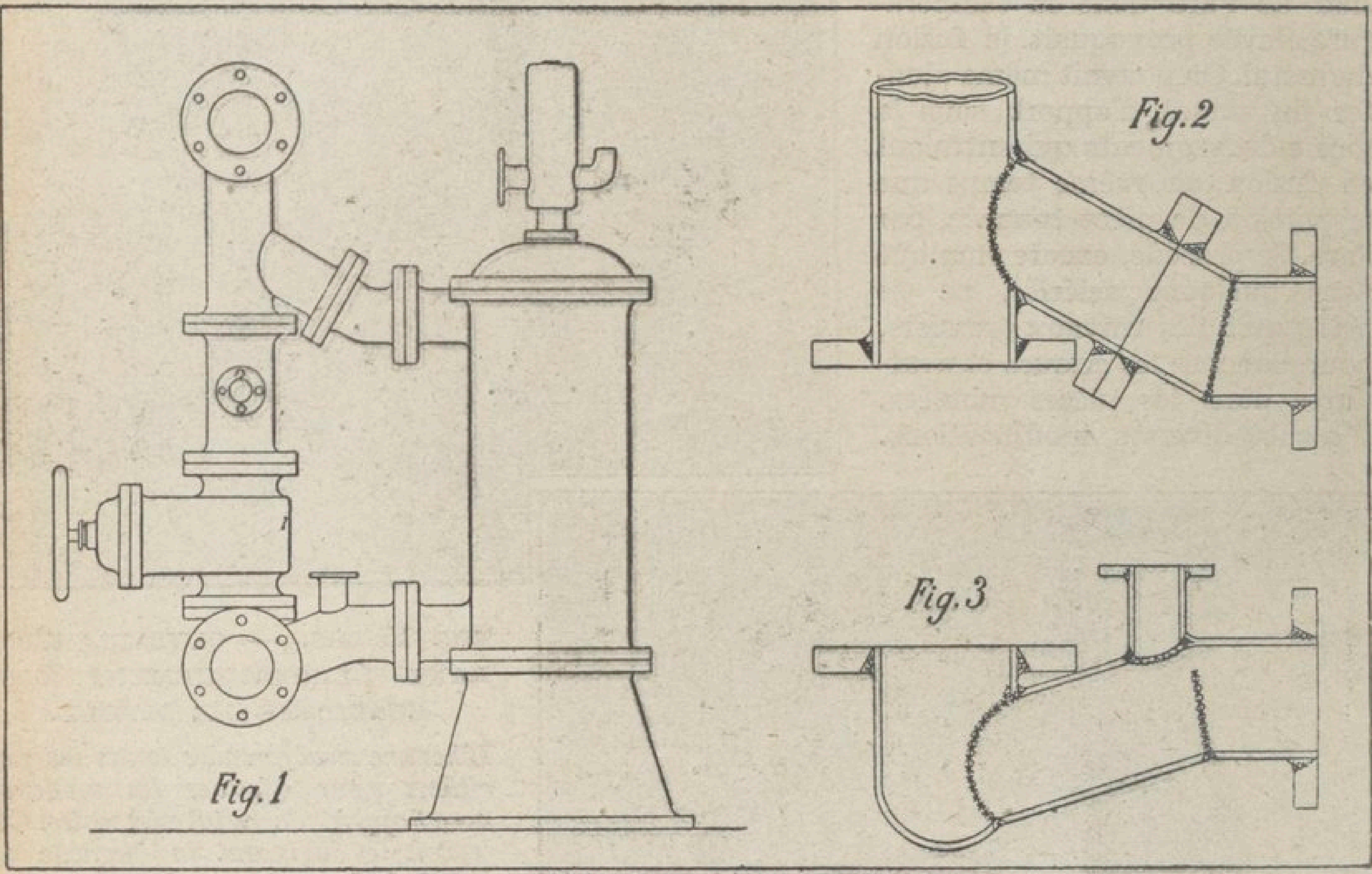


PLANCHE 12. — CONDUITES DÉTÉRIORÉES ET RÉPARÉES PAR LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

Fig. 1 : ensemble de la tuyauterie réparée ; les figures 2 et 3 montrent les emplacements, indiqués par des lignes irrégulières, des soudures et des raccords.

de 8 à 10 millimètres et le joint est souvent entouré d'un mélange réfractaire de charbon et de sable siliceux pour la soudure des pièces de fonte, de sable pur pour le travail de l'acier, quelle que soit sa dureté.

Lorsque les métaux sont assez fusibles, la baguette d'apport est reliée au pôle négatif de la source de courant ; au contraire, lorsque les métaux possèdent un point de fusion élevé, le pôle négatif est relié à la ligne de soudure. Les machines électriques qui interviennent dans ce genre de travail doivent être construites de manière à pouvoir supporter de brusques variations de courant sans inconvénients. L'intensité varie obtenir un résultat suffisant pour la préparation de l'acier coulé qu'en employant un arc très puissant. Ce système reste inapplicable dans les travaux de soudure courante, tels que ceux de chaudronnerie. Avec un arc puissant, les tôles d'épaisseur moyenne sont vite percées et, si l'on essaie d'employer un arc de puissance modérée, on n'obtient plus qu'un amas de gouttes de métal d'apport mal soudées entre elles et inefficaces.

Il était donc indispensable de trouver un procédé obligeant l'arc à suivre une direction déterminée et, par suite, à déposer régulièrement le métal à l'emplacement choisi pour donner une soudure continue tout en utilisant un arc d'une puissance assez faible pour ne pas détériorer les pièces à réunir.

(1) *L'ouvrier moderne.* La soudure électrique, par Jean Escard.

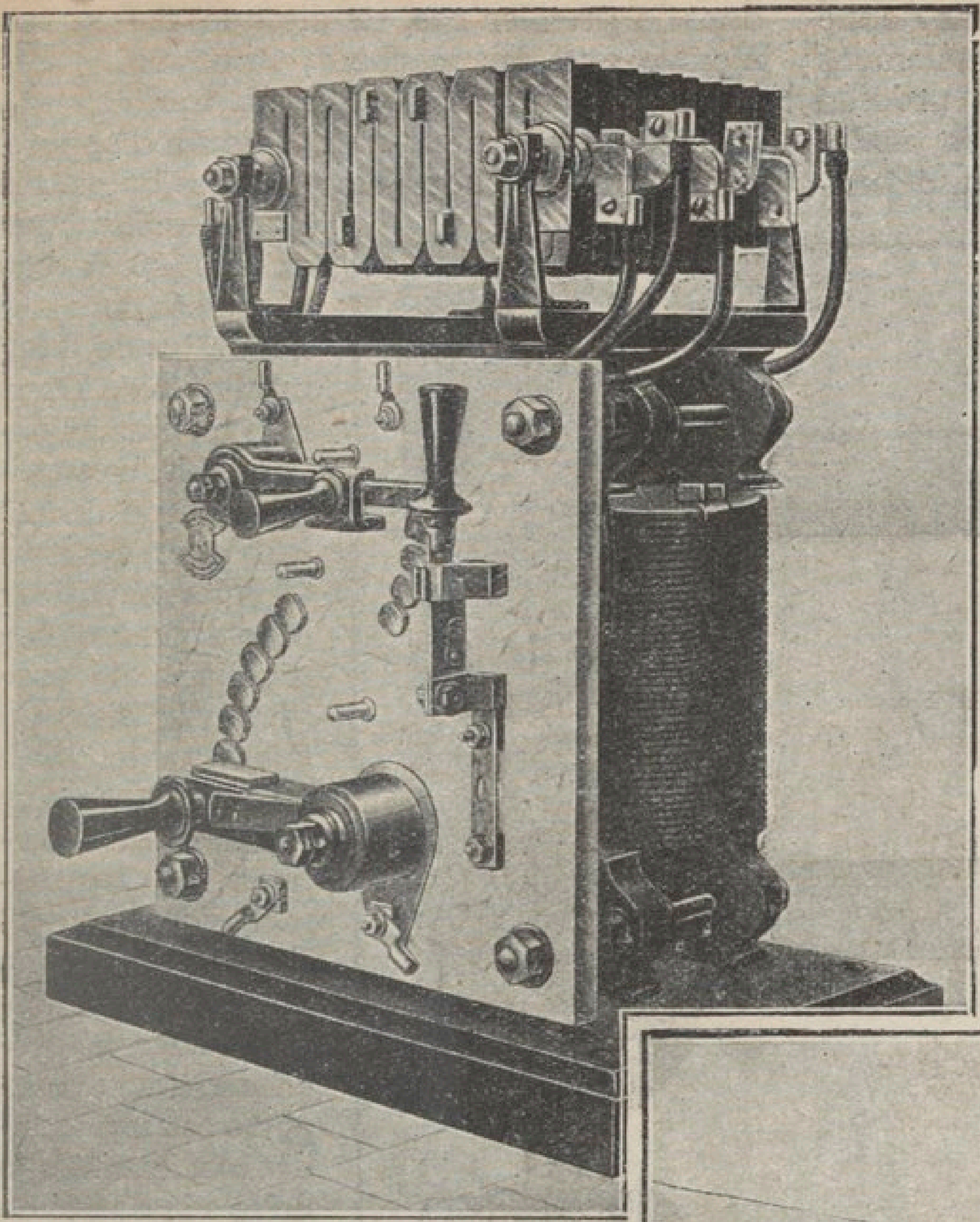


FIG. 13. — APPAREIL ÉCONOMISEUR DE COURANT CONSTRUIT PAR LA « Cie UNIVERSAL ÉLECTRIC »

Avec cet appareil, le courant du réseau est ramené au voltage nécessaire à l'amorçage et à l'entretien de l'arc.

Le procédé Kjellberg stabilise la direction de l'arc en enduisant au préalable l'électrode métallique de matières non conductrices du courant et peu fusibles. Ces matières, en raison de ces deux propriétés, entrent en fusion moins vite que le métal conducteur et constituent une gaine qui s'oppose aux déplacements de l'arc ; celui-ci jaillit toujours dans la direction de l'axe de la baguette. De plus, l'enrobage constitue une liaison régulière entre le métal d'apport et celui des pièces à souder ; il se comporte comme le laitier des hauts fourneaux pour réaliser la liaison normale entre les fontes. Ce laitier, plus léger que le métal, surnage pendant la fusion et forme une couche protectrice contre l'oxydation de l'air ; lorsqu'il est refroidi, il prend un aspect vitreux et se brise sous le marteau. Enfin, l'enrobage comporte également des matières capables d'améliorer la soudure, soit à titre de décapant, soit en modifiant la composition même du métal déposé.

Un autre procédé dû à M. Percy Strohmenger et connu sous le nom de *soudure quasi-arc* est caractérisé par l'emploi d'une électrode métallique également enrobée, mais possédant un fil très fin d'aluminium pris entre la baguette et l'isolant. L'inventeur avait imaginé de coucher la baguette sur la ligne de soudure : on provoquait la formation de l'arc à l'aide d'un charbon, et la fusion s'opérait automatiquement jusqu'à usure complète de

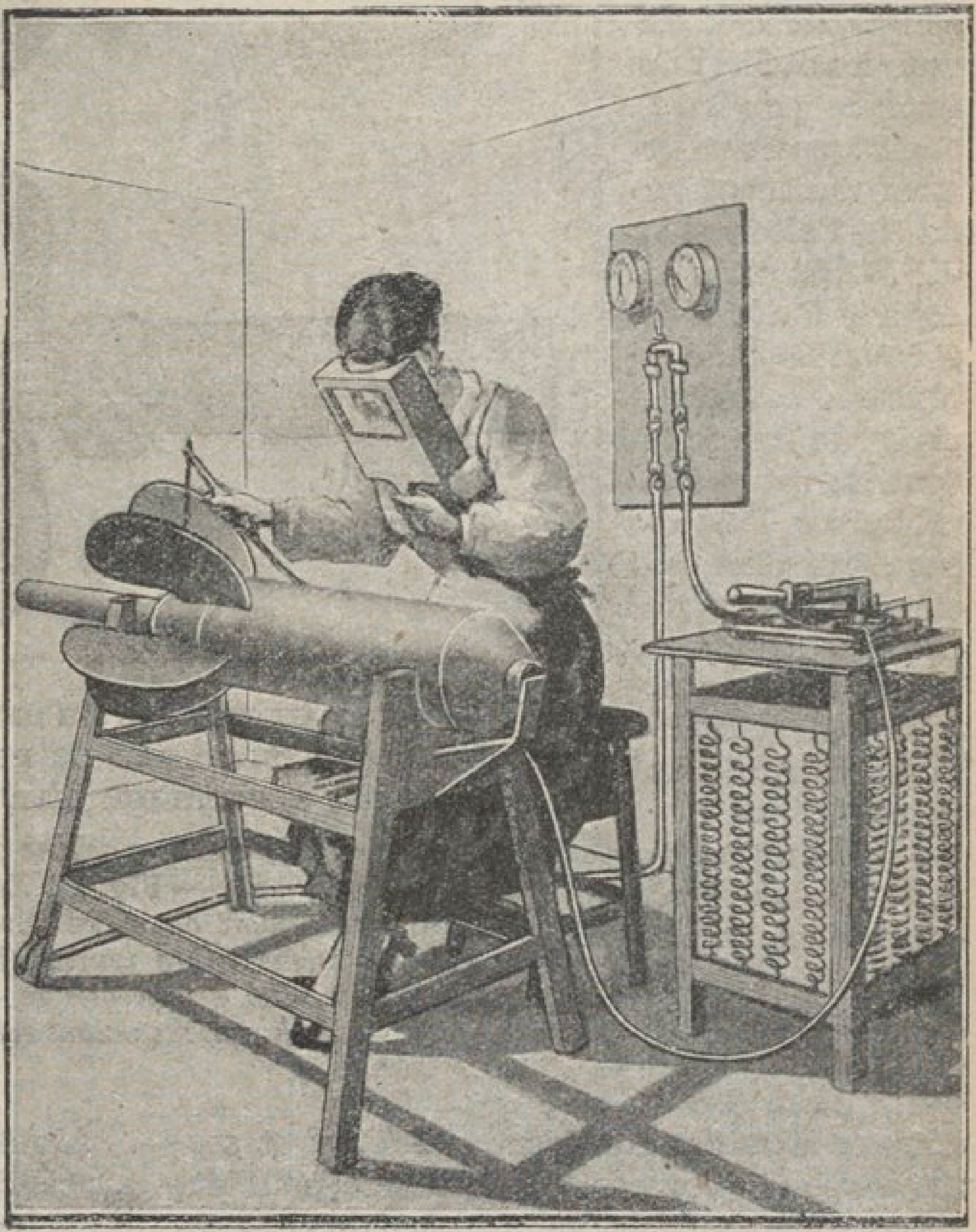


FIG. 14. — SOUDURE DES AILETTES SUR UNE TORPILLE

La main droite de l'ouvrière dirige la baguette d'apport à l'aide d'une pince, tandis que la main gauche tient le masque protecteur devant les yeux.

la baguette. Ce système, n'ayant pas donné les résultats attendus, a été totalement abandonné, et actuellement le procédé quasi-arc pratique la soudure à la main.

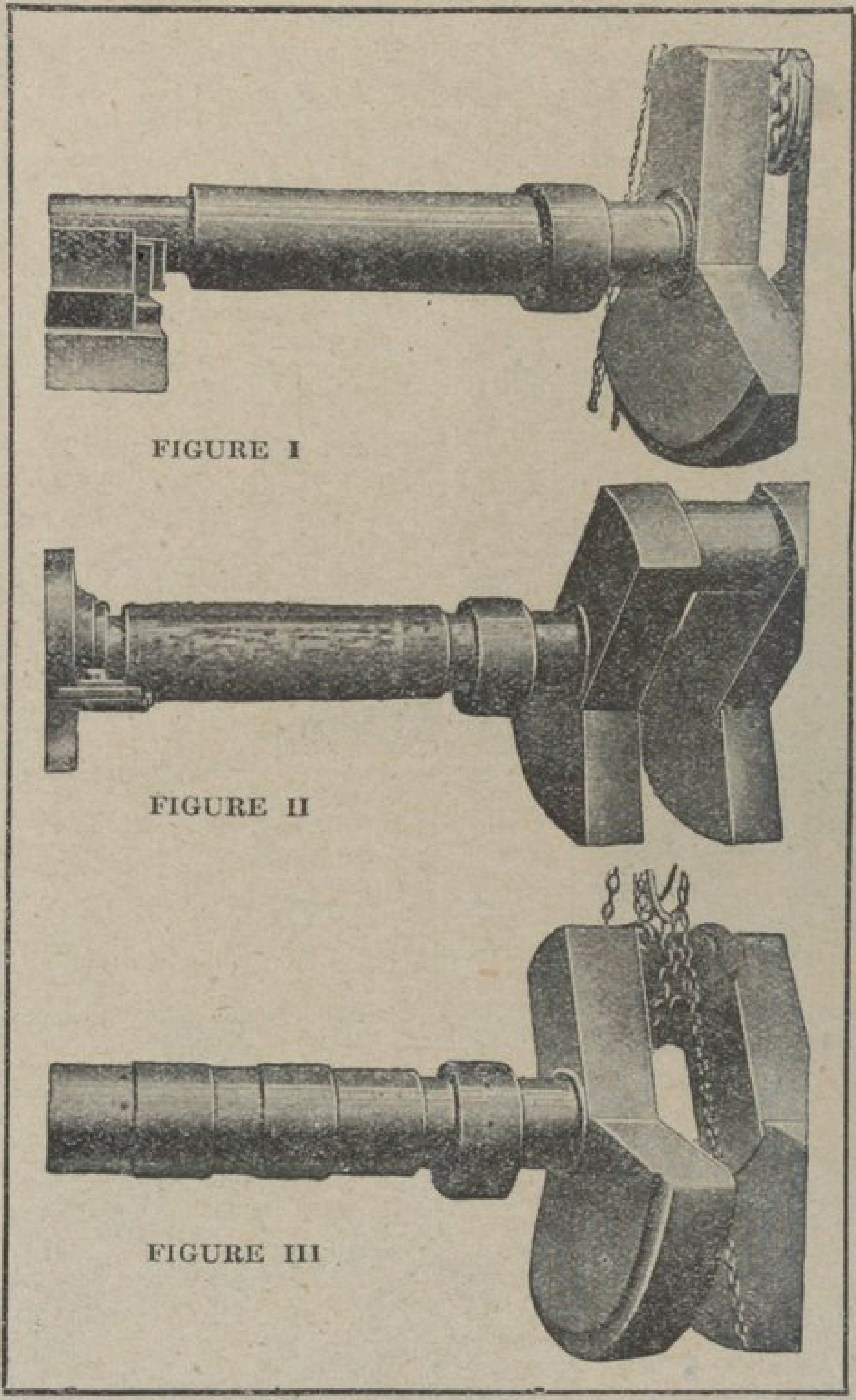
Dans tous les cas, il est reconnu, actuellement, que la qualité de la soudure dépend uniquement de la composition de l'enrobage de la baguette. La fabrication de ces électrodes a été très étudiée chez nous depuis la guerre, et les industriels se livrent sans arrêt à des recherches suivies à leur sujet.

Nous devons aussi dire quelques mots des conditions d'emploi du courant électrique dans les ateliers de soudure par l'arc.

« On peut souder au courant continu ou à l'alternatif, dit R. Granjon, dans le *Bulletin de l'Acétylène et de la soudure autogène*, mais le courant continu est préférable, car l'amorçage est plus facile, l'arc plus doux, la conduite de la soudure plus commode et la fusion du métal plus tranquille. »

Malheureusement, le courant continu est moins commun, oserons-nous dire, que le courant alternatif, qui est la forme adoptée dans les transports de force, et ses avantages — entre autres celui de pouvoir alimenter un arc à 50 volts au lieu de 70 avec de l'alternatif — disparaissent dès qu'il devient nécessaire d'avoir recours à des transformateurs, qui sont des machines tournantes très chères et coûteuses d'entretien dans le premier cas, tandis que l'alternatif n'exige que des machines statiques.

La consommation dépend toujours du diamètre des baguettes métalliques d'apport. Elle est de 120 ampères pour des baguettes de 4 millimètres et de 180 à 200 ampères pour les baguettes de 6 à 7 millimètres. Dans le système Kjellberg, l'arc consomme environ de 120 à 200 ampères sous 30 volts ; mais pour obtenir un arc bien régulier, il convient d'utiliser un courant de 75 à 80 volts avec une résistance absorbant le supplément de voltage. On perd donc une importante quantité d'énergie électrique, mais cette perte est une condition essentielle de la régularité de la soudure. L'installation de ces postes comprend une source d'électricité à 80 volts pouvant débiter sans danger jusqu'à 250 ampères, une résistance réglable, un disjoncteur automatique réglé à 200 ou 225 ampères et un tableau de distribution. Un groupe transformateur est presque toujours nécessaire sauf dans les ateliers où l'on a à sa disposition du courant continu à 110 volts.



PL. 15. — UN BEAU TRAVAIL DE RENFORCEMENT DE PIÈCE RENDU POSSIBLE PAR LE PROCÉDÉ DE SOUDURE ÉLECTRIQUE PAR L'ARC

Fig. I. *Arbre de bielle d'une machine de 100 chevaux usé par un volant mal calé.* — **Fig. II.** *Le même arbre par renforcement par apport de métal (procédé Quasi-Arc).* — **Fig. III.** *Le même arbre tourné (le siège de la roue est 6 millimètres plus grand que le diamètre original pour s'ajuster au volant reforé).*

Ajoutons enfin que quels que soient les procédés et quel que soit le courant employé, il est à peu près impossible de souder convenablement des tôles d'une épaisseur inférieure à 2 millimètres, l'arc pratiquant des trous que seuls les véritables professionnels parviennent à éviter. A partir de 3 milli-

mètres d'épaisseur, la soudure électrique est très pratique et, on doit le reconnaître, elle est supérieure, pour de multiples raisons que nous exposerons plus loin, à la soudure au chalumeau oxyacétylénique ou oxhydrique.

La Compagnie Universal Electric, Ateliers Roulland frères, a construit un appareil économiseur de courant alternatif destiné aux postes de soudure électrique. Il comporte un transformateur spécial à grand rendement et faible décalage ramenant le voltage du réseau au voltage d'amorçage de l'arc et à son maintien, une résistance non inductive réglable et un tableau de manœuvre et de réglage. L'appareil réalise une économie de moitié, dans certains cas, sur le courant consommé lorsqu'on utilise les résistances habituellement employées. Mis à l'essai sur des tôles de 6 millimètres, la dépense est descendue de 13 kw. 2 à 7 kw. 8. Il peut être branché sur tout courant alternatif jusqu'à 500 volts. (Figure 13, à la page 255).

La simplicité des procédés de soudure électrique est telle, qu'il paraissait bien difficile à de nouveaux venus de s'engager dans une voie qui fût entièrement nouvelle. Cependant, un inventeur américain, M. Zerener, a eu l'idée de produire un arc entre deux charbons convergents ; au-dessus, un électro-aimant souffle l'arc sur les pièces à souder, comme la flamme d'un chalumeau ordinaire. Un modèle a été construit pour effectuer de petits travaux de soudure : laiton sur cuivre, laiton sur fer, cuivre sur acier, etc., appliqués à la petite mécanique. Un plus grand modèle est suspendu à une chaîne comme une lampe à arc ordinaire. Ces essais intéressants ne paraissent pas avoir été poursuivis.

M. Coffin a imaginé un appareil à arc tournant constitué par deux charbons *A* et *B* (fig. 18) l'un enveloppant l'autre, séparés par une matière isolante *a* et entourés à leur partie supérieure par un électro-aimant alimenté par une dérivation du circuit *x y* d'alimentation de l'arc. Dès que l'on ferme le circuit, l'arc jaillit entre *A* et *B* et tourne avec une vitesse croissante entre les charbons jusqu'à ce que l'intensité soit devenue normale. On couvre ainsi une plus grande surface de chauffe tout en obtenant une température extrêmement régulière.

Ajoutons encore que l'on construit des fers à souder chauffés électriquement qui n'ont, d'ailleurs, qu'une très lointaine parenté avec la soudure électrique.

Il serait téméraire de prédire à la soudure

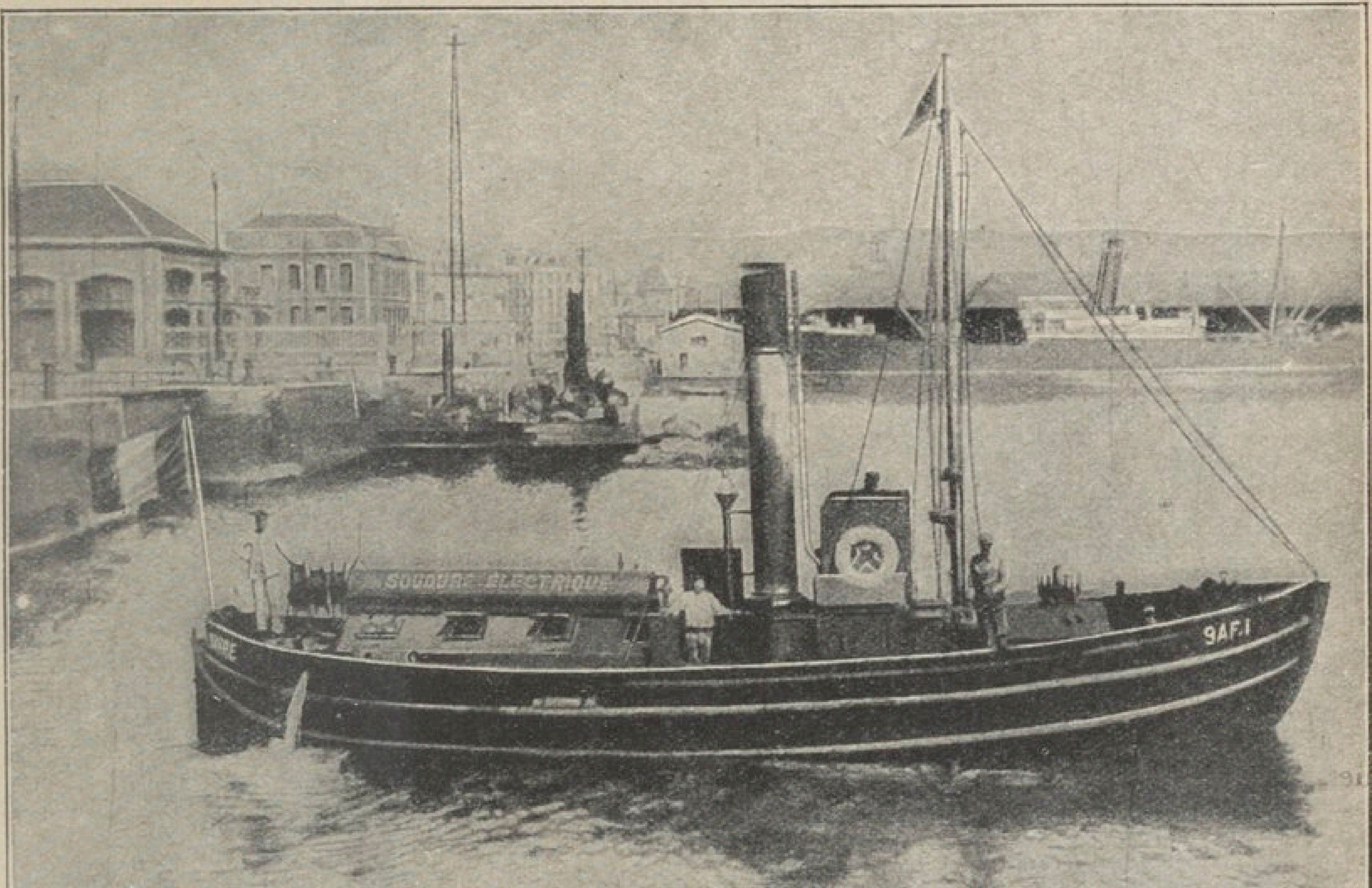


FIG. 16. — ATELIER FLOTTANT DE SOUDURE ÉLECTRIQUE POUR LES RÉPARATIONS A EFFECTUER AUX NAVIRES DANS LES PORTS DE MER

électrique, encore bien jeune et presque inconnue en France avant la guerre, une victoire complète sur le chalumeau oxyacétylénique ou oxhydrique. Cependant, elle présente sur ces derniers de très réels avantages.

Dès que l'arc est amorcé, en effet, le métal de la pièce à souder fond, au point atteint par l'arc, instantanément et quelle qu'en soit l'épaisseur. La fusion se produit sur une profondeur de 3 millimètres avec l'arc de 180 ampères. Ensuite, la quantité de métal d'apport déposée dans un temps déterminé est toujours la même : 80 grammes environ par kilowatt. De plus, l'échauffement peut être combattu sur des tôles d'une certaine épaisseur en maintenant l'une des faces constamment mouillée. Il résulte de ces propriétés que la soudure électrique par l'arc s'impose pour les pièces épaisses lorsque le chalumeau devient d'un emploi difficile ; la réduction considérable des effets de dilatation, la non-déformation des pièces en raison du chauffage d'un point, lui donnent une supériorité incontestable dans tous les cas où ces effets constituent un obstacle à la soudure. Par exemple, la soudure électrique intervient sans crainte dans le voisinage des coutures de rivets et sur les rivets eux-mêmes sans les ébranler. On peut même souder certaines parties de chaudières sans les vider, avantage appréciable dans les cas de réparations urgentes sur les navires. Bien mieux, lorsque des organes accusent une usure telle que leur service peut être considéré comme terminé, comme des arbres de couche, par exemple, il est possible de les recharger électriquement avec du métal d'apport et de les rectifier sur place. Car c'est là une particularité de la soudure électrique par l'arc de fournir un apport de métal pur supportant l'usinage. (Fig. 15).

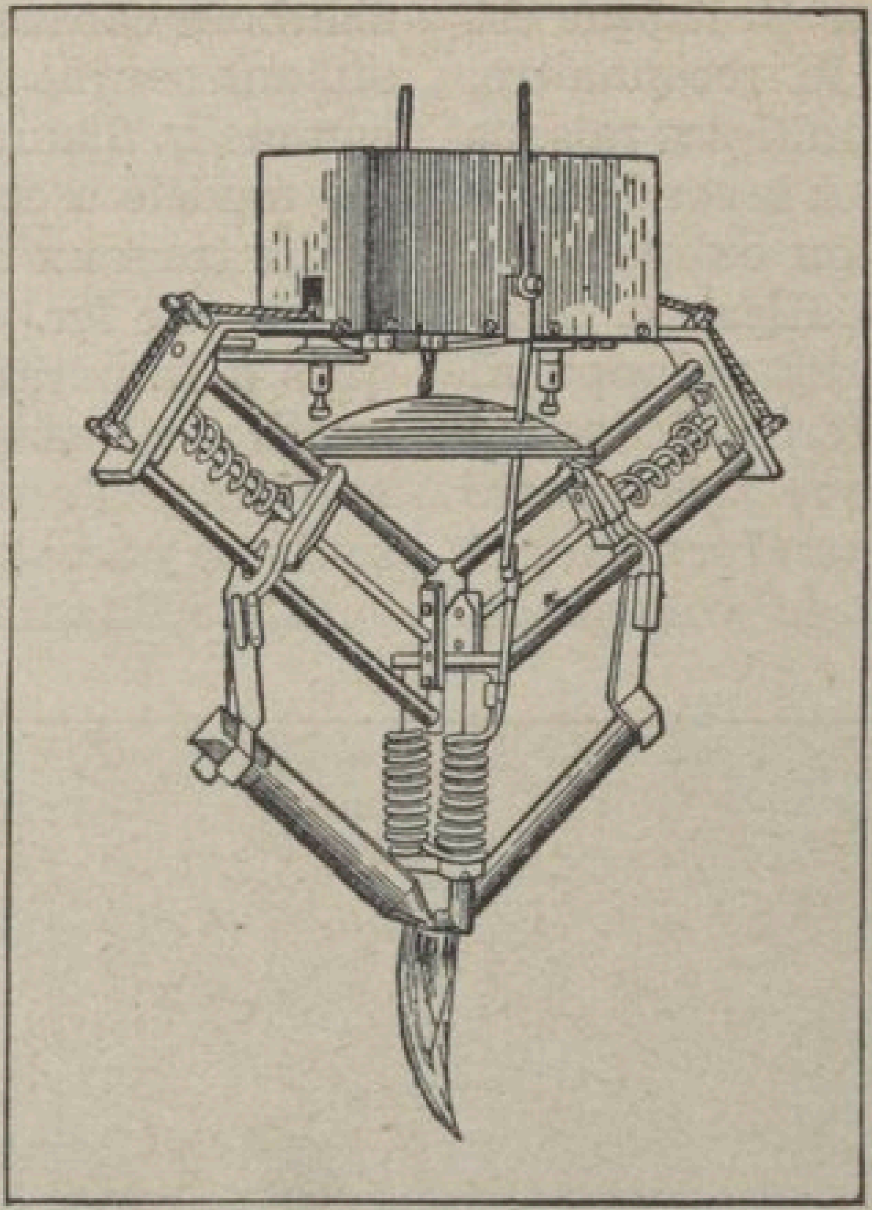


FIG. 17. — ARC ÉLECTRIQUE PRODUISANT NORMALEMENT UNE FLAMME DE CHALUMEAU

La flamme est soufflée par le champ magnétique produit par un électro-aimant et s'allonge de plusieurs centimètres.

Il y a aussi la contrepartie. Le dépôt du métal d'apport se faisant instantanément, sans échauffement ni fusion préalable, les gouttes métalliques conservent une certaine indépendance et leur liaison exige beaucoup d'habileté de la part de l'ouvrier. Pour réaliser des soudures étanches, qualité aussi indispensable à obtenir que la résistance mécanique, il est même parfois nécessaire de marteler la soudure au fur et à mesure de sa progression. Enfin, et en raison de l'absence de bain de fusion, on ne peut exécuter des soudures d'une certaine épaisseur qu'en procédant par couches successives, ce qui augmente sensiblement la durée du travail.

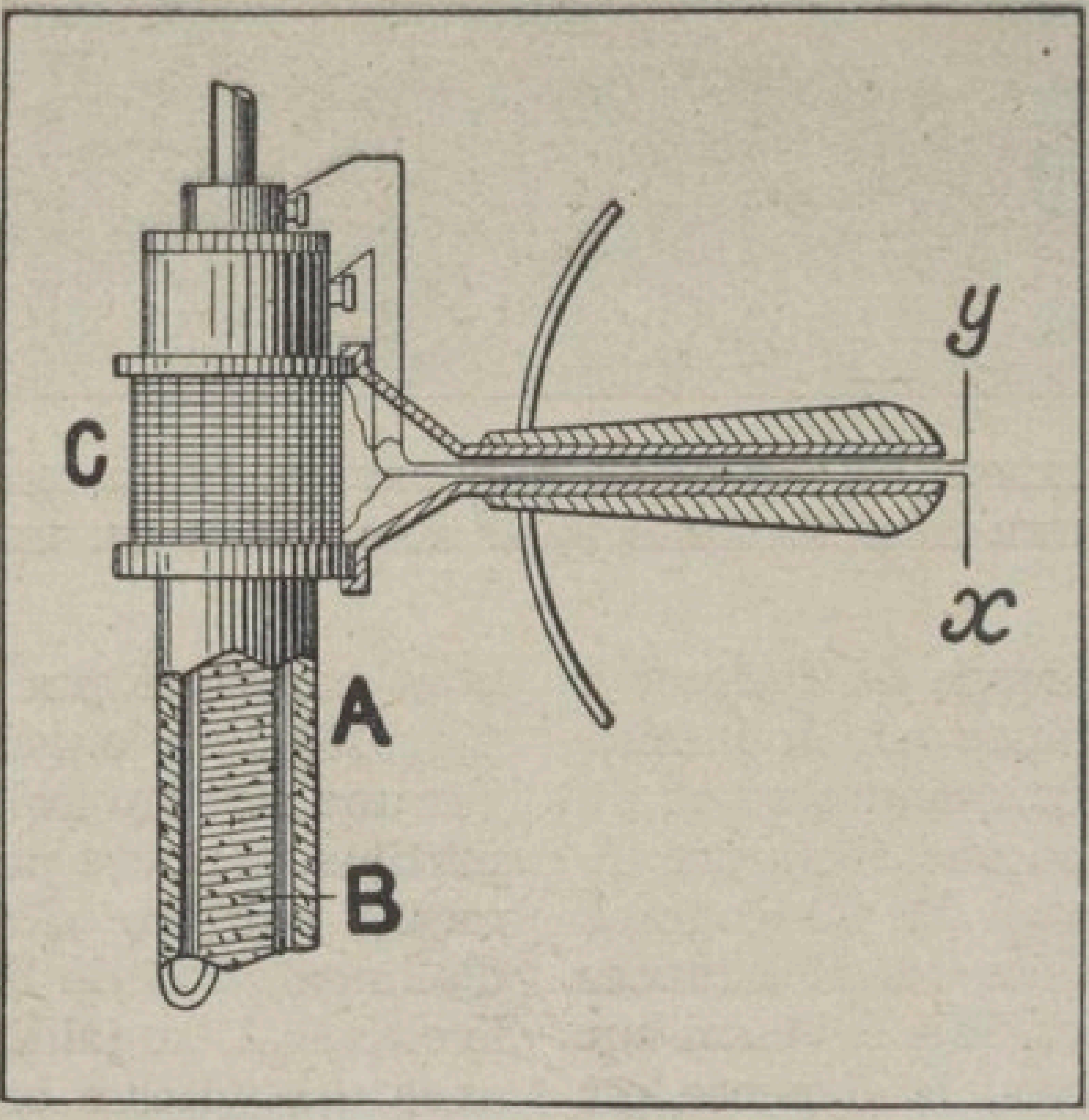
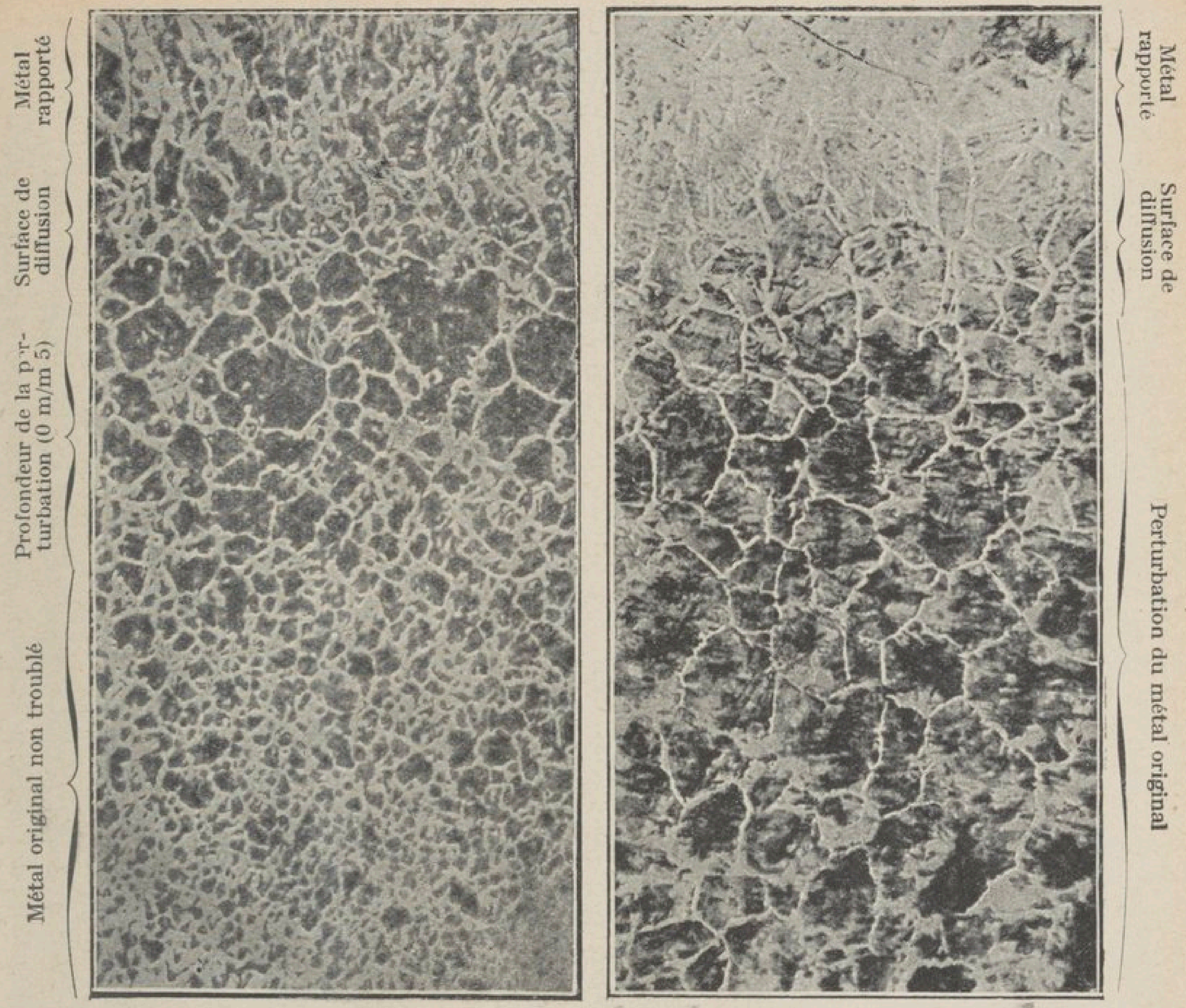


FIG. 18. — CHALUMEAU A ARC TOURNANT DE M. COFFIN

L'arc jaillit de la base des deux charbons A *et* B *;* C, *couronne enveloppant le crayon* B *;* x y, *circuit d'alimentation de l'arc.*

En Suède, où le procédé O. Kjellberg a pris un grand développement, en Angleterre, de petits bateaux à vapeur, véritables usines ambulantes de soudure électrique, parcourent les ports et vont partout porter le secours de leur industrie. Les chaudières, les tôles sont consciencieusement visitées et réparées dès que la plus petite fissure se révèle ; leur durée s'en trouve considérablement augmentée. Sans aucun doute, les



Soudure é ectrique — Soudure oxyacétylénique

FIG. 19. — PHOTO-MICROGRAPHIES FAISANT RESSORTIR LA DIFFÉRENCE DES PERTURBATIONS INTRODUITES DANS LE MÉTAL PAR LES SOUDURES ÉLECTRIQUE ET OXYACÉTYLÉNIQUE

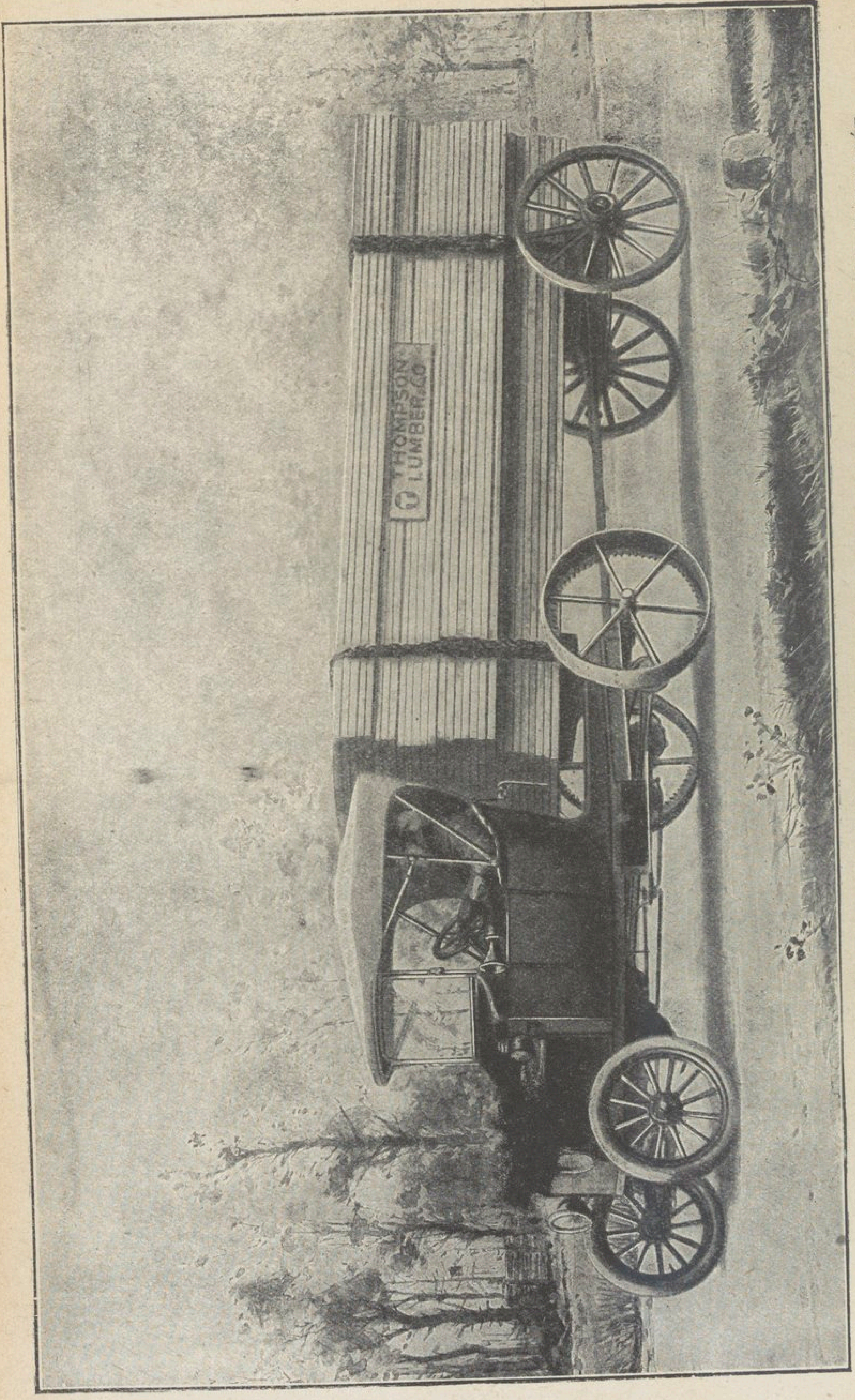
La profondeur de la perturbation, qui atteint seulement un demi-millimètre pour la soudure électrique, affecte toute l'épaisseur de la tôle pour la soudure oxyacétylénique. (Communiqué par le procédé Quasi-Arc).

quelques inconvénients que l'on associe encore à la soudure électrique ne tarderont pas à disparaître. Ils sont peu de chose, d'ailleurs, à côté des résultats si brillants, des applications si nombreuses que l'on retire déjà des deux méthodes de soudure qui se complètent, se consolident, pour constituer un nouvel outillage extrêmement précieux dans tous les travaux de l'atelier.

Bien que, jusqu'ici, la soudure à l'arc n'ait pu être appliquée qu'à l'acier doux, des essais très heureux et très encourageants permettent de considérer que l'application du procédé à la soudure du cuivre, du bronze, du laiton, de la fonte ne saurait tarder à être réalisée. Les études sont poursuivies avec une méthode qui ne peut que donner de très brillants résultats et les applications en deviendront chaque jour plus nombreuses. Grâce à la soudure électrique sous ses deux formes : soudure par l'arc et soudure par court-circuit, une véritable révolution industrielle se prépare, qui aura son plein effet après la guerre. On peut presque considérer comme terminé le règne du rivet et comme dès maintenant démodées toutes les méthodes d'assemblage des pièces métalliques. Enfin, le maximum des résultats sera obtenu si l'on parvient également à appliquer la soudure par l'arc à toutes les épaisseurs de tôles. Rien ne s'oppose scientifiquement à ce que toutes les conditions exigées par la théorie soient remplies.

En agissant à la fois sur les appareils transformateurs du courant électrique, sur la constitution de la baguette d'apport, la soudure électrique, qui a fait ses preuves, sera à l'industrie ce que la lumière électrique est devenue à l'éclairage.

LUCIEN FOURNIER.



VOITURE LÉGÈRE DE TOURISME TRANSFORMÉE POUR ÊTRE ATTELÉE A UNE REMORQUE TRÈS LOURDEMENT CHARGÉE

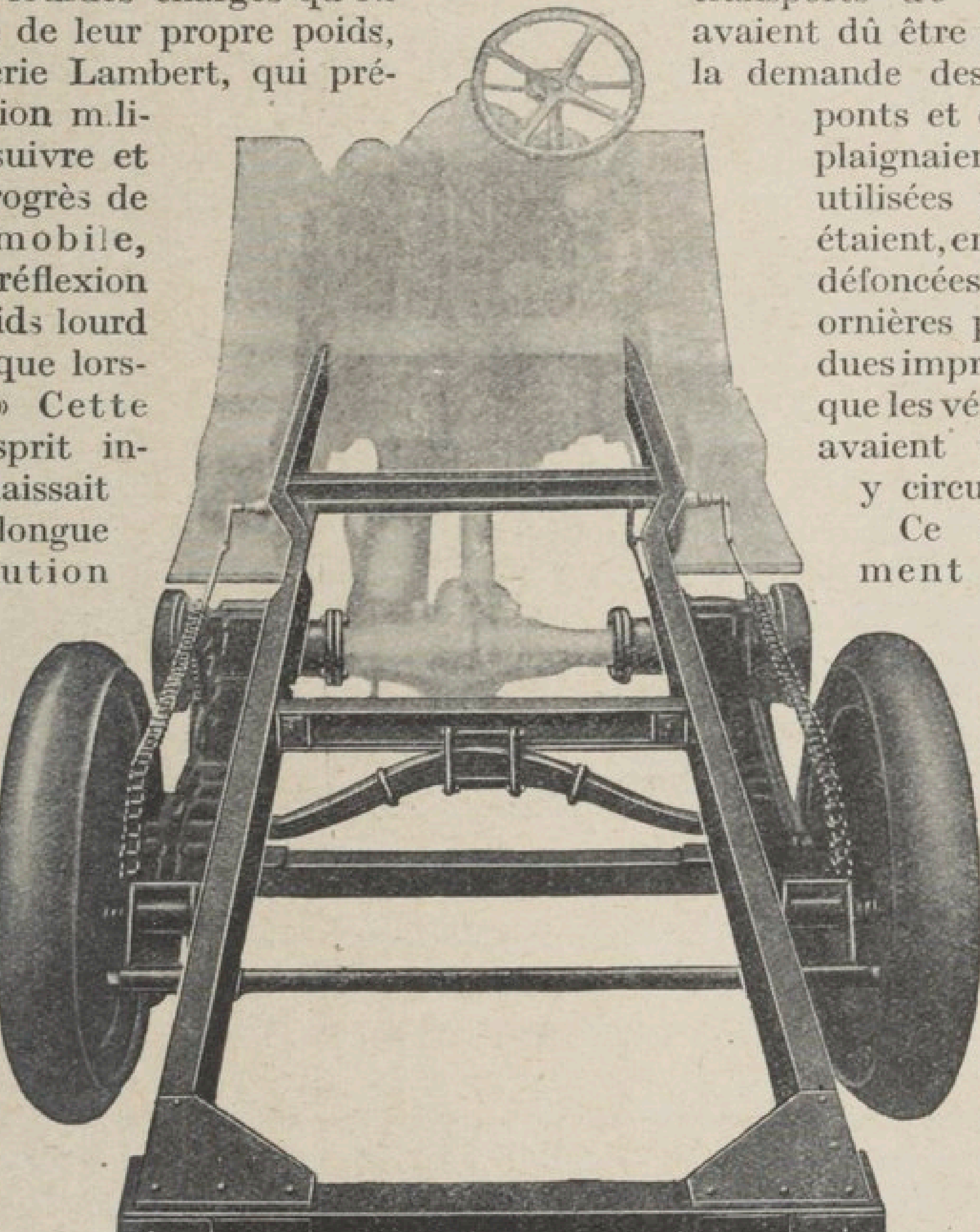
Fixés à une solide cheville-ouvrière, les trois quarts du fardeau sont portés par l'arrière de la voiture, muni de roues à grande démultiplication.

LES AUTOMOBILES LÉGÈRES MODIFIÉES POUR SERVIR AU TRANSPORT DES POIDS LOURDS

Par Paul MEYAN

A l'époque des premiers concours de véhicules industriels, que l'on baptisa alors du nom de « Poids lourds » tant à cause des lourdes charges qu'on leur imposait que de leur propre poids, le colonel d'artillerie Lambert, qui présidait la commission militaire chargée de suivre et d'enregistrer les progrès de l'industrie automobile, émit, un jour, la réflexion suivante : « Le poids lourd ne sera pratique que lorsqu'il sera léger. » Cette boutade d'un esprit intelligent et avisé laissait prévoir, à bien longue échéance, l'évolution presque obligatoire qu'aurait à subir la construction des véhicules de transport.

En suivant les randonnées souvent lointaines que comportaient les concours internationaux on ne se contentait pas toujours d'itinéraires en boucles autour de Paris, mais on emmenait les concurrents jusqu'à Marseille et même jusqu'à Nice — le colonel Lambert s'était vite rendu compte que les routes françaises, quelque bonnes et quelque solides qu'elles puissent être, ne résisteraient pas à une circulation un peu intense de véhicules dont le poids, charge utile et poids mort compris, atteindrait 8 à 10.000 kilos. Quelques expériences tentées alors aux environs de Paris, services de voyageurs ou transports de marchandises, avaient dû être interrompues sur la demande des inspecteurs des ponts et chaussées, qui se plaignaient que les voies utilisées par ces services étaient, en moins d'un mois, défoncées, transformées en ornières profondes et rendues impraticables au point que les véhicules incriminés avaient bientôt peine à y circuler eux-mêmes.



TRANSFORMATION DU CHASSIS AVEC COMMANDE PAR CHAINES DE GALLE

Sur les fusées du pont arrière on a monté des pignons correspondant aux tambours dentés des roues.

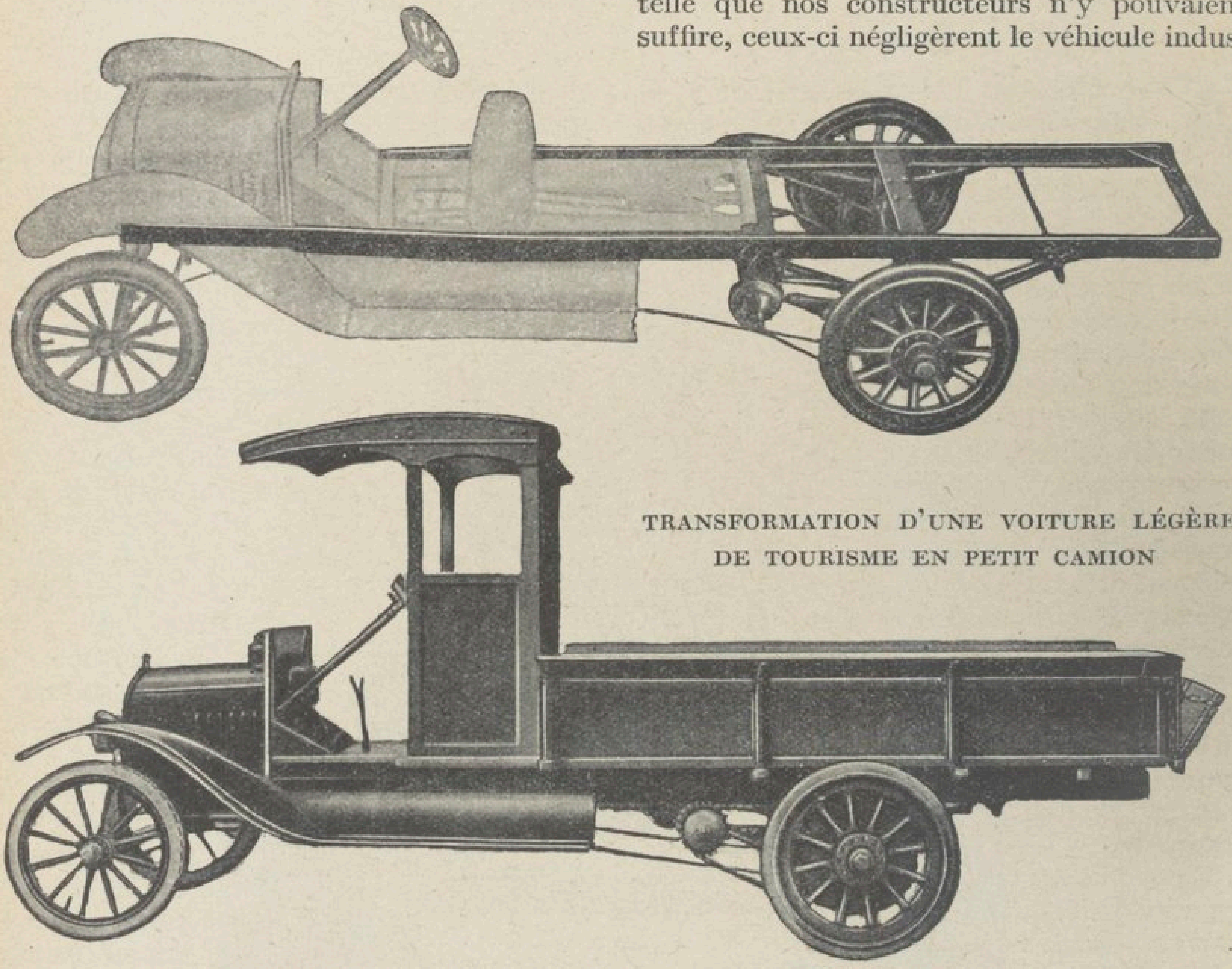
Ce n'est pas seulement la question des routes mises à mal qui vint entraver le développement de l'industrie des poids lourds, ce fut aussi le prix élevé de ces véhicules qui éloigna l'acquéreur. Assez rares furent ceux qui tentèrent l'expérience.

On se disait alors qu'il n'y aurait avantage à employer les automobiles que si elles pouvaient transporter de lourds fardeaux à une allure sensiblement plus rapide et, par conséquent, à meilleur compte que le cheval. En France, nous sommes volontiers, en matière industrielle, conservateurs et routiniers. Convenait-il d'abandonner, sinon en échange d'un

bénéfice important et immédiatement réalisable, l'antique mode de traction animale pour une traction mécanique qui avait encore du mal à faire ses preuves ? Il était incontestable que l'automobile allait beaucoup plus vite que le cheval ; mais un moteur coûtait plus cher qu'un attelage et, en outre, ça se détraquait bien davantage.

Il fallait donc trouver le bénéfice de la locomotion nouvelle dans la multiplicité des voyages : le rendement augmentant en proportion du moindre temps employé. Malheureusement, le poids du véhicule croissait, lui aussi, proportionnellement à la charge qu'on lui imposait. Si on multipliait les tonnes à transporter, il fallait augmenter aussi la résistance des essieux, des roues, des longerons chargés de supporter ces fardeaux. Le véhicule, ainsi alourdi, demandait alors, pour se déplacer, une puissance plus forte, donc une consommation plus grande ; et il s'ensuivit que, prix d'établissement et d'achat, frais d'entretien, dépenses d'exploitation montèrent à un total tellement élevé que le prix de revient de la tonne kilométrique fut bien loin d'être rémunérateur.

C'est là sans doute qu'il faut chercher la raison pour laquelle l'industrie automobile qui, dans la voiture légère dite de tourisme, avait pris l'essor formidable que l'on sait, ne fit relativement que très peu de progrès dans la construction des poids lourds. Comme, d'autre part, à l'époque de ces brillants débuts où nous étions les seuls à alimenter tous les marchés du monde, la demande de voitures de tourisme était telle que nos constructeurs n'y pouvaient suffire, ceux-ci négligèrent le véhicule industriel pour ne songer qu'à donner rapidement satisfaction à l'engouement général.



TRANSFORMATION D'UNE VOITURE LÉGÈRE DE TOURISME EN PETIT CAMION

La partie grisée de la figure supérieure montre ce que l'on conserve du véhicule primitif : l'essieu-moteur actionnant les roues arrière du châssis.

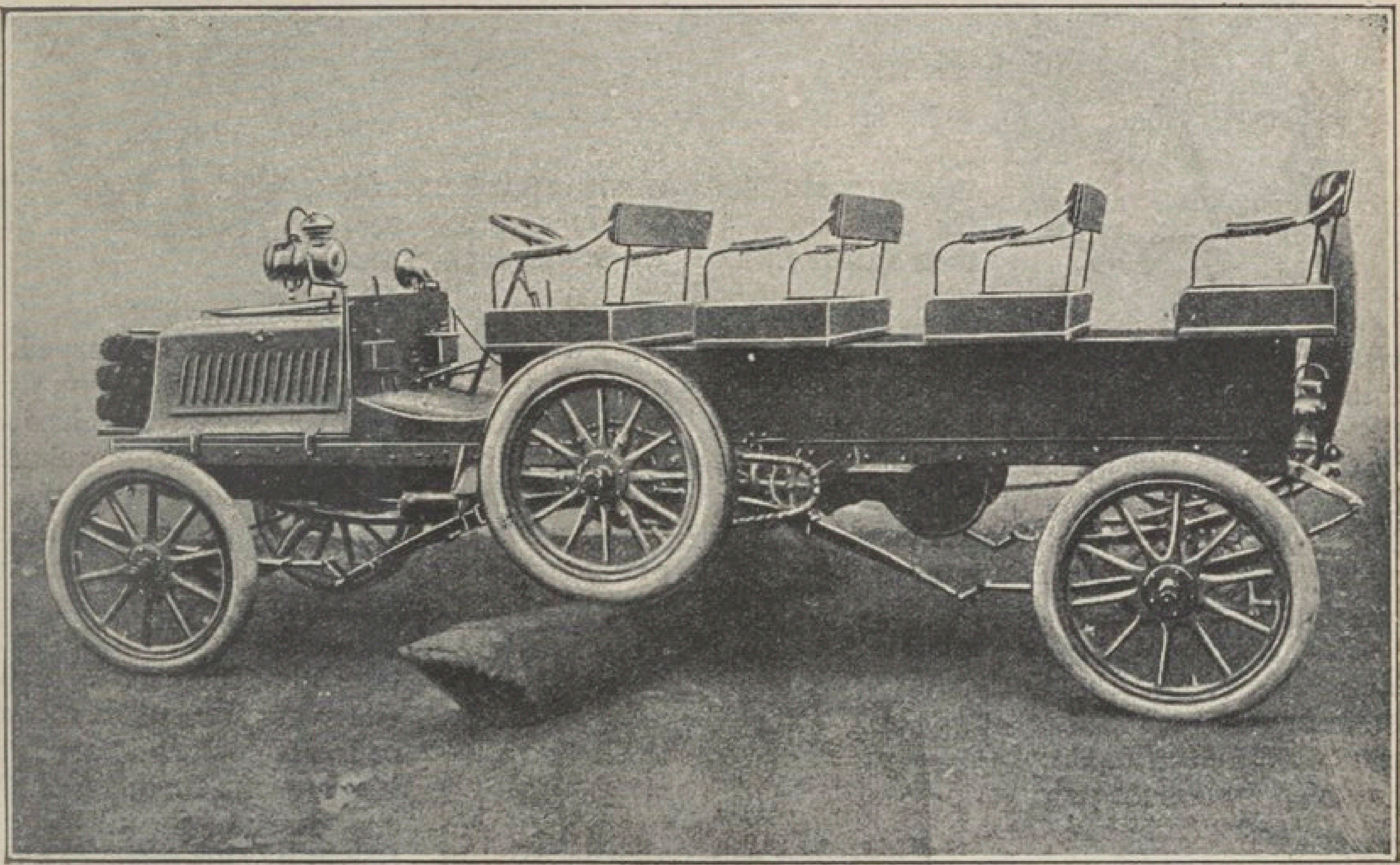
On aurait tort, toutefois, de prétendre que nul n'essaya de résoudre le problème ; d'aucuns s'attaquèrent résolument à la question. Comprenant que le poids de la charge utile à transporter était le facteur embarrassant, on chercha à répartir cette charge sur un plus grand nombre d'essieux. C'est ainsi que furent expérimentées les automobiles à six roues. Il en sortit plusieurs modèles qui différaient entre eux par la disposition et la commande des roues directrices, mais qui, tous, faisaient reposer le châssis sur trois essieux, dont généralement celui du milieu était l'essieu moteur, la direction étant

obtenue par les roues avant et arrière inversement braquées, ce qui permettait d'évoluer dans un rayon relativement restreint.

Ce système exigeait une suspension assez compliquée ; les ressorts, au nombre de quatre de chaque côté, étaient solidaires les uns des autres et disposés de telle sorte que, si l'un des essieux était soulevé par un obstacle, les autres pouvaient conserver leur horizontalité, évitant ainsi les déformations du châssis. Cette suspension avait aussi l'avantage de permettre une distribution égale de la charge sur les six roues. Mais ce genre de construction qui, en théorie, était séduisant, ne fut pas exploité : le prix de revient en était beaucoup trop élevé.

Un autre moyen plus simple était, assurément, de diviser la charge, et, au lieu de chercher à transporter six tonnes sur un seul camion, de les répartir sur quatre châssis plus légers, portant seulement 1.500 kilos, à une allure plus rapide. Mais quatre petits camions coûtent plus cher qu'un seul plus gros, et, pour les conduire, il faut quatre conducteurs. Donc, dans cette solution qui se rapprochait déjà des prévisions du colonel Lambert, le poids lourd léger, le capital engagé et les frais d'exploitation étaient encore trop élevés. Ce fut un nouvel échec.

L'étranger, cependant, étudiait sérieusement la question, et, dans les pays favorisés par le prix plus modique de l'essence, le développement du poids lourd fut plus rapide. L'Amérique, de beaucoup la plus grosse productrice de pétrole du monde, se trouvait dans ce cas ; elle avait, en outre, pour elle une puissance de production formidable et le secret de métaux légers permettant de construire aussi solide et aussi puissant pour un poids moindre. Aussi, lorsque la guerre est venue bouleverser l'Europe, c'est aux Etats-Unis que les belligérants s'adressèrent pour avoir, par centaines de mille, les automobiles dont ils avaient besoin.



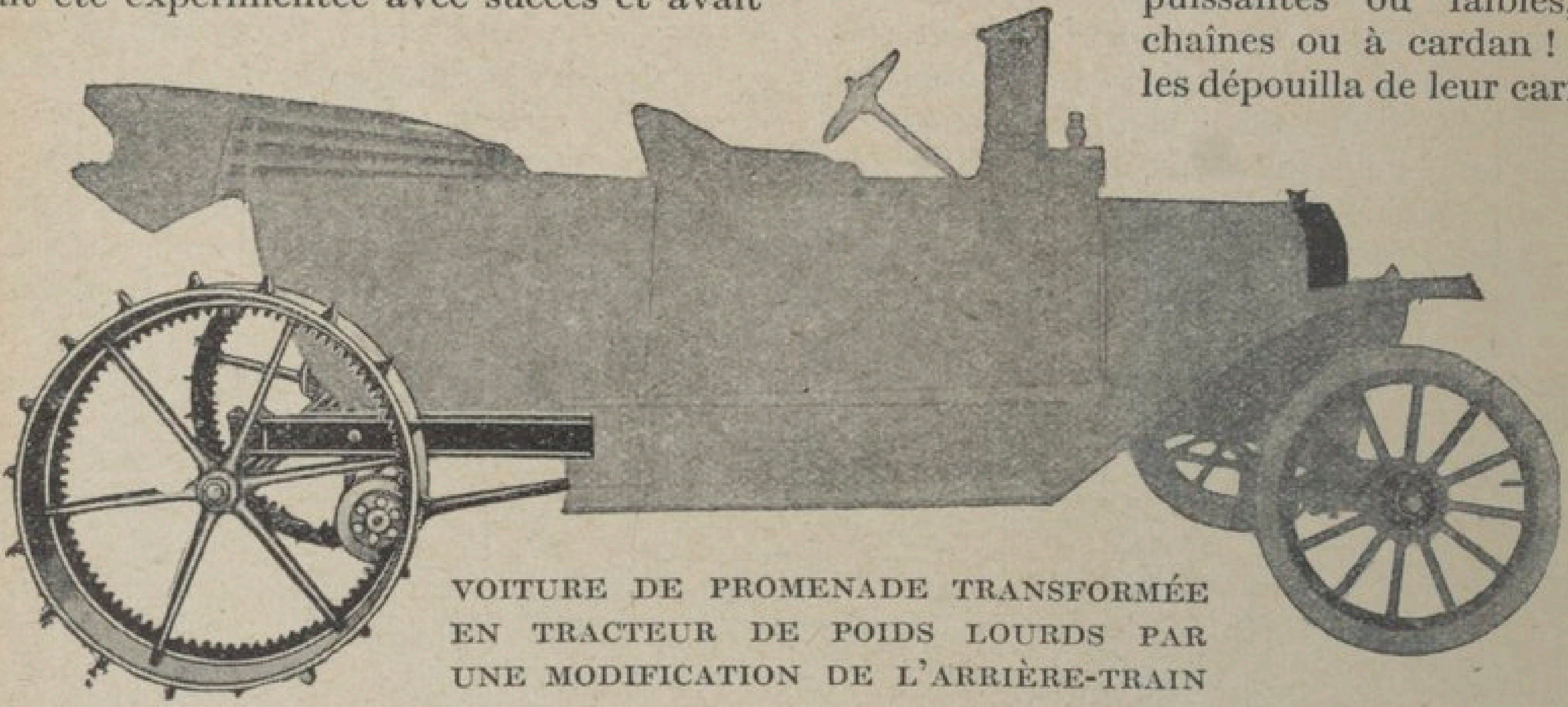
CHASSIS AUTOMOBILE A SIX ROUES ESSAYÉ EN 1906

Une suspension spéciale permettait de franchir les obstacles sans nuire à l'équilibre du châssis.

A ce moment, le prix, le poids, la dépense n'entraient plus en ligne de compte ; il fallait aller vite, décupler, centupler les moyens de transport pour les hommes, les vivres, les munitions. On prit, d'abord, tout ce qu'il y avait sur les marchés alliés ; chez les neutres ensuite ; si bien que l'industrie privée, manquant en même temps de chevaux, réquisitionnés pour la cavalerie et l'artillerie, se trouva subitement sans aucun moyen de transport. C'est alors que nous vîmes naître la remorque dont le train Renard et le train Scotte avaient été les précurseurs.

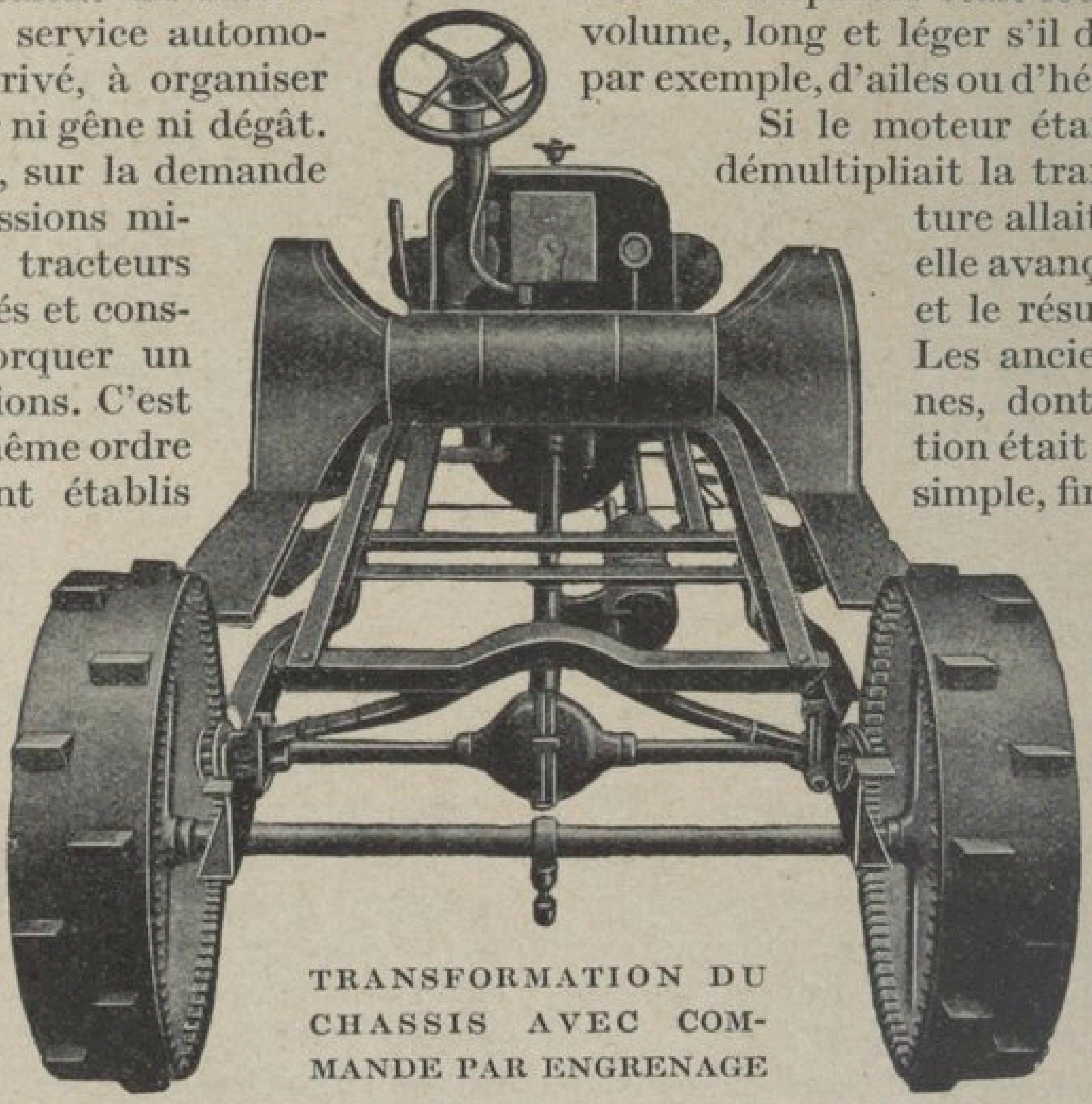
On sait que les trains automobiles sur route sont interdits ; il est permis d'atteler plusieurs chevaux l'un derrière l'autre, mais

il est défendu d'accrocher une charrette à la suite d'une autre. Cependant, depuis deux ou trois ans déjà avant la guerre, et cela grâce aux concours militaires où la remorque avait été expérimentée avec succès et avait prouvé ses réels avantages, les préfets avaient reçu ordre de tolérer l'emploi de la remorque sur les routes et dans les villes et d'accorder des autorisations dès que les demandes présentaient un intérêt justifié et que le service automobile, public ou privé, à organiser ne pourrait causer ni gêne ni dégât.



VOITURE DE PROMENADE TRANSFORMÉE EN TRACTEUR DE POIDS LOURDS PAR UNE MODIFICATION DE L'ARRIÈRE-TRAIN

C'est, d'ailleurs, sur la demande même des commissions militaires que des tracteurs avaient été étudiés et construits pour remorquer un ou plusieurs camions. C'est toujours dans ce même ordre d'idées que furent établis les tracteurs à quatre roues motrices qui permettent, grâce à leur plus grande puissance d'adhérence au sol, d'entraîner des charges infiniment plus lourdes. L'artillerie a su profiter de ces nouveaux tracteurs qui, seuls, peuvent emmener, rapidement et sur des pentes plus ou moins accentuées, les grosses pièces et leur affût.



TRANSFORMATION DU CHASSIS AVEC COMMANDE PAR ENGRENAGE

Le pont arrière, muni de roues dentées, vient s'engrener sur la grande couronne des roues motrices.

Mais si l'armée pouvait ainsi disposer de toutes les ressources de l'industrie automobile, il n'en était pas de même pour les autres industries qui se trouvèrent privées de tout mode de locomotion. Heureux ceux qui possédaient alors des voitures de tourisme, vieilles ou neuves, puissantes ou faibles, à chaînes ou à cardan ! On les dépouilla de leur carrosserie de promenade, limousine ou torpedo, qui fut remplacée par des caissons ou des ridelles ; à l'arrière, on accrocha un chariot à deux roues, petit et trapu si la marchandise à transporter était lourde sous un petit volume, long et léger s'il devait être chargé, par exemple, d'ailes ou d'hélices d'aéroplanes.

Si le moteur était trop faible, on démultipliait la transmission; la voiture allait moins vite, mais elle avançait tout de même et le résultat était atteint. Les anciens châssis à chaînes, dont la démultiplication était plus facile et plus simple, firent prime ; on vit même reparaître les vieux moteurs d'autrefois à soupapes automatiques. La nécessité fait souvent naître l'idée ingénieuse et pratique qui résoud le problème posé en vain depuis longtemps. Ces organisations de fortune ont, en effet, rendu depuis trois ans de tels services que le procès de la remorque est désormais gagné.

Nous croyons savoir qu'un des précédents ministres des Travaux publics, au moment où l'on cherchait des wagons pour accélérer le

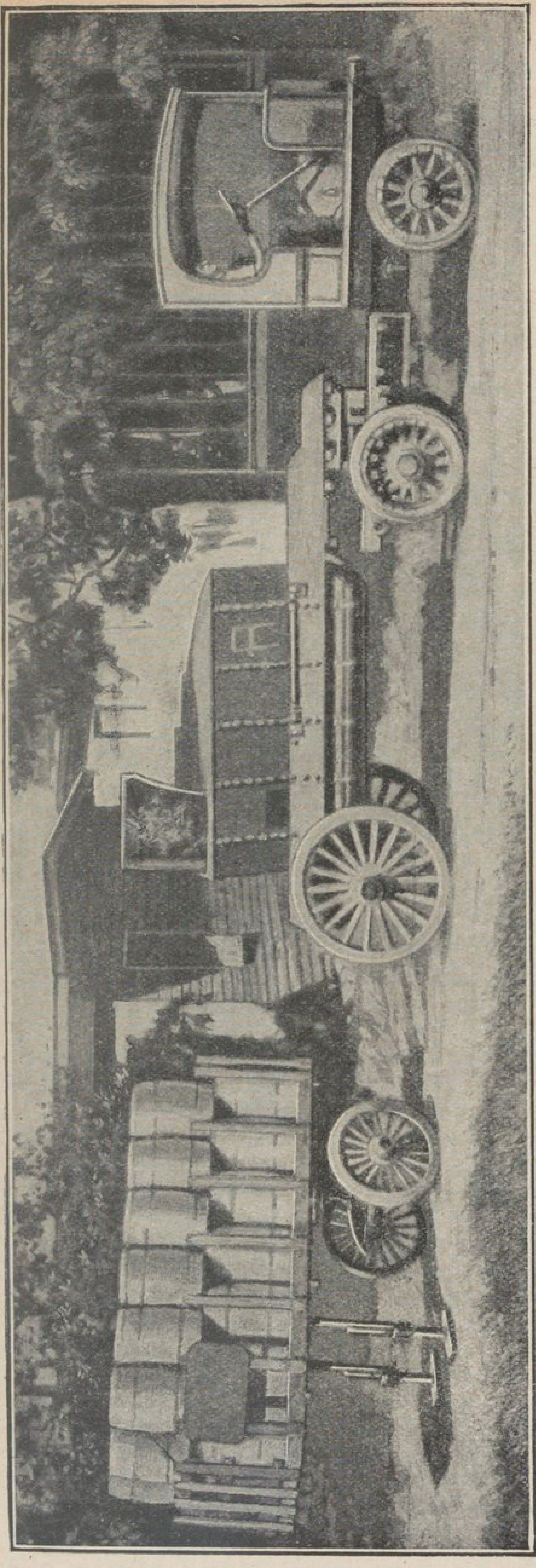


PHOTO MONTRANT LES AVANTAGES DE LA REMORQUE EN MATIÈRE DE TRANSPORTS AUTOMOBILES

Après avoir amené une première remorque chargée de tonneaux et l'avoir laissée, soutenue par des vérins, pour le déchargement, le tracteur emmène, sans perdre de temps, un autre véhicule portant un autre chargement.

ravitaillement, avait à l'étude un projet de service automobile de livraison avec remorques pour décongestionner rapidement les gares et libérer du matériel ; mais les hasards habituels de la politique éloignèrent soudain du pouvoir ce ministre et, avec lui, le projet disparut et se perdit dans les oubliettes mystérieuses de quelque chef de service.

Depuis, de très intéressantes combinaisons ont vu le jour, notamment en ce qui concerne l'utilisation de la voiture légère et son emploi à plusieurs fins : voiture de promenade, voiture de livraison, véhicule-tracteur pour les lourdes charges et même pour les travaux de l'agriculture. C'est le même moteur ou plutôt le même avant-train et les mêmes organes de transmission qui servent dans tous les cas. La théorie est la suivante : dans tout véhicule, tracteur ou porteur, c'est l'essieu arrière qui supporte la charge et l'effort; en modifiant cet essieu suivant le but que l'on se propose, en le faisant fort et résistant en proportion du poids imposé, on doit obtenir le résultat cherché. Pratiquement, voici comment on procède :

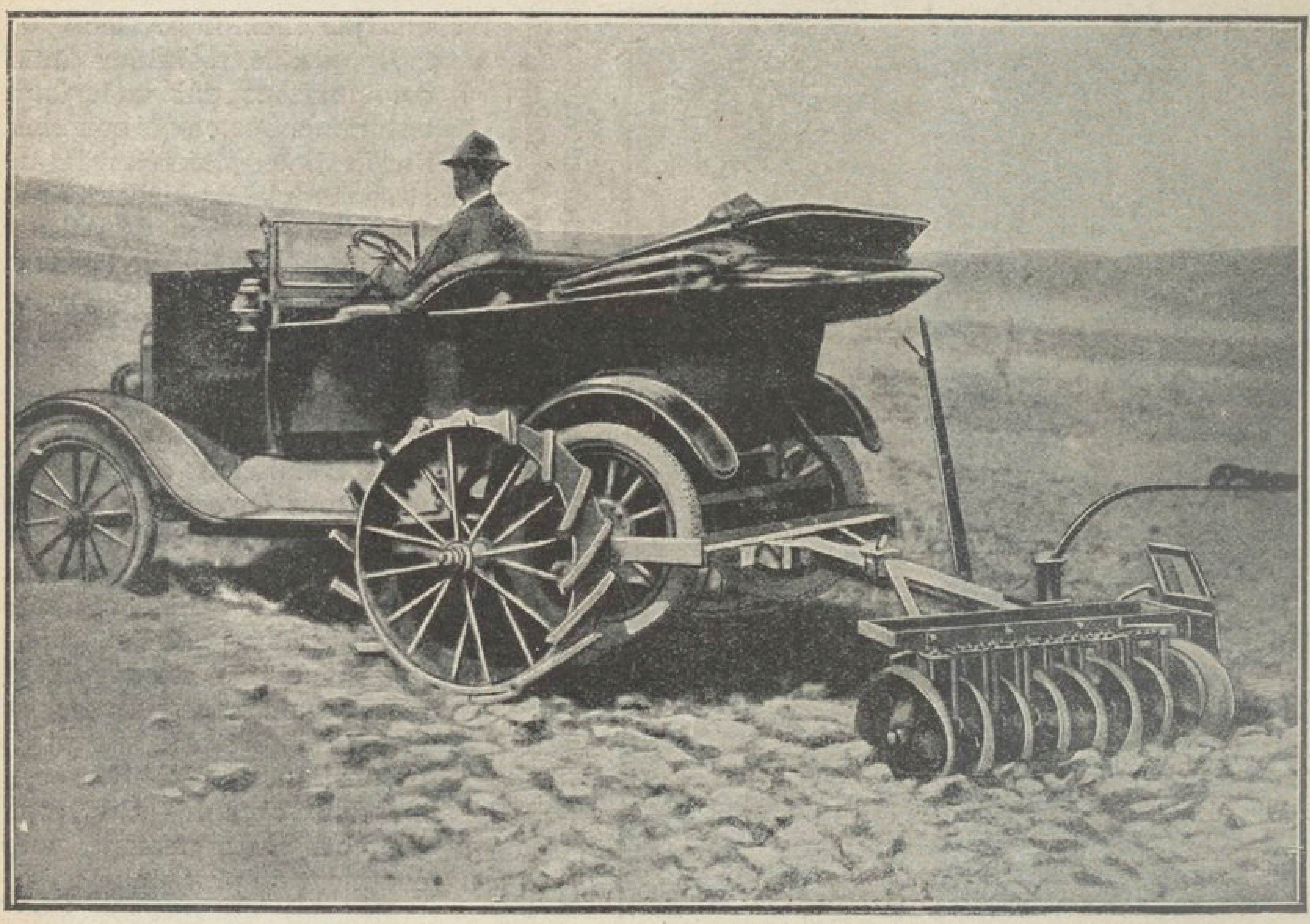
Prenons un torpedo léger, construit pour promener quatre ou cinq personnes. Pour en faire une voiture de livraison ou un petit camion pouvant transporter jusqu'à mille ou douze cents kilos, nous retirerons la carrosserie — les places de derrière seulement si la séparation est possible, car il convient de conserver un siège pour le conducteur — et les roues arrière. Sur les longerons du châssis ainsi déshabillé, nous fixerons alors solidement d'autres longerons extérieurs, plus longs, qui reposeront, à l'aide de ressorts susceptibles de supporter une tonne, sur un essieu robuste étudié aussi en conséquence. Cet essieu se trouvera à un

mètre environ plus loin que le pont arrière de la voiture, de telle sorte que si celle-ci avait 2 m. 80 d'empattement, celui du véhicule transformé sera porté à 3 m. 80, et que les fusées du pont arrière seront en avant des nouvelles roues. Sur ces fusées et sur ces nouvelles roues, disposons des pignons et relions ceux-ci par des chaînes, nous aurons ainsi un véhicule complet et en ordre de marche ; d'une voiture légère à transmission par cardan, nous aurons fait un camion allongé à transmission par chaînes, transmission plus souple, facilement accessible puisqu'en dehors de tout carter, et dont on pourra varier à volonté la multiplication par un simple changement de pignons

Essieu nouveau et roues nouvelles vont donc supporter toute la charge placée sur l'arrière de la voiture dont la longueur et l'emplacement disponible ont été augmentés, l'essieu avant n'ayant, comme dans la disposition primitive, qu'à supporter le poids du moteur et du personnel conducteur. D'autre part, la tâche imposée au moteur n'est pas augmentée, puisqu'en ajoutant aux organes habituels de transmission une commande supplémentaire par chaîne, on a démultiplié cette commande et, par conséquent, diminué l'effort demandé au moteur ou plutôt compensé cet effort par une diminution de vitesse.

Certains ont préféré, à la place de la chaîne, commander les roues arrière par engrenages et mettre sur celles-ci, au lieu d'un pignon, un tambour à denture intérieure sur laquelle vient engrener directement une denture correspondante montée sur la fusée du pont arrière. Ce dispositif, d'une mise en place plus délicate que le dispositif par chaînes et demandant à être ajusté avec beaucoup plus de soin, a l'inconvénient de ne pas permettre un changement aussi facile et aussi rapide de multiplication.

Mais cette combinaison n'est pratique que pour des charges relativement peu élevées et ne dépassant généralement pas la tonne. Pour porter plus lourd, on emploie la remorque, non pas celle dont nous avons parlé plus haut, mais une sorte de prolonge, montée sur deux roues placées à peu près aux deux tiers de la longueur et dont l'avant

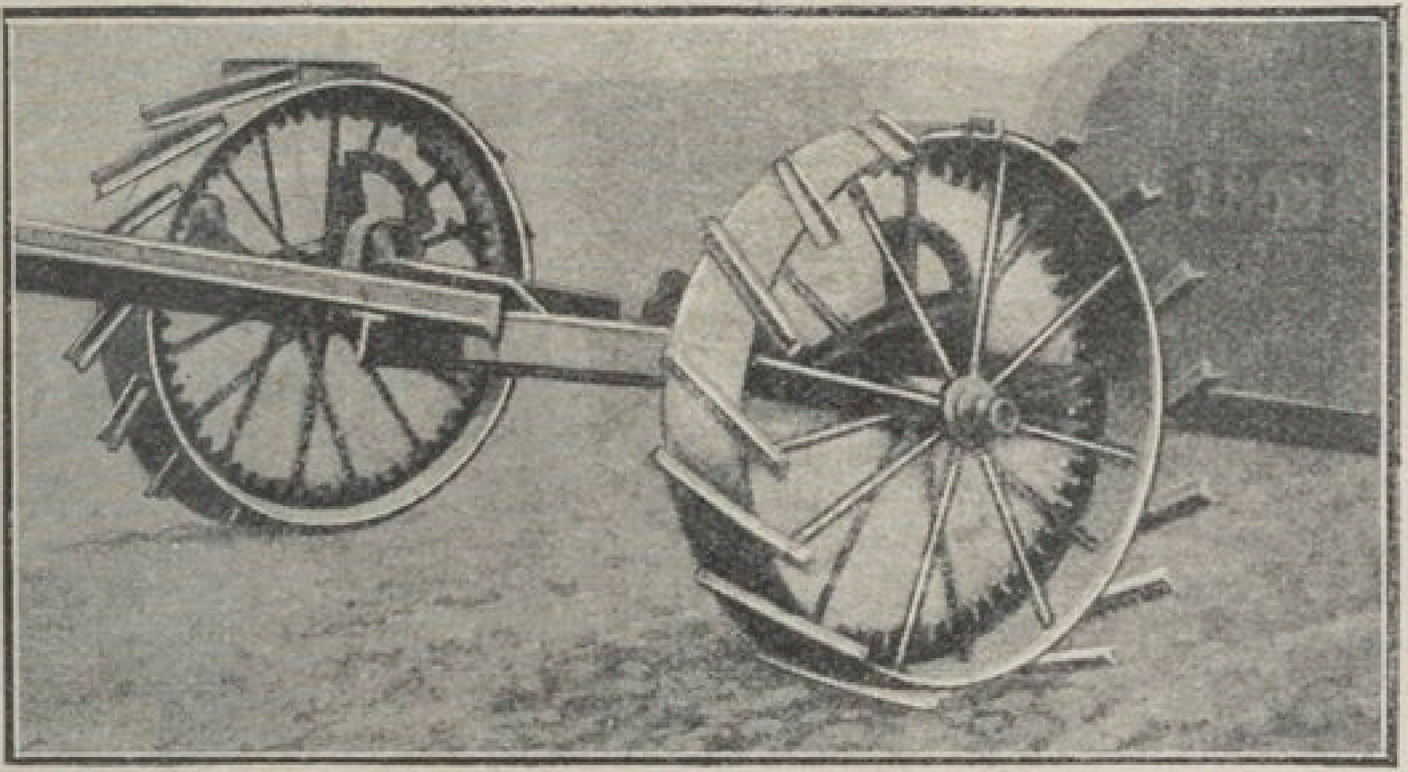


VOITURE LÉGÈRE TRANSFORMÉE POUR LES TRAVAUX AGRICOLES

L'exemple ci-dessus montre que l'on peut faire cette transformation sans retrancher rien de la voiture. Les roues nouvelles peuvent être montées tout à fait à l'extérieur du châssis tout en laissant les premières à leur place. Celles-ci ne portent plus alors sur le sol.

vient se poser sur l'arrière du tracteur auquel il est fixé à l'aide d'une cheville ouvrière autour de laquelle la remorque pivotera dans les virages. Une partie du poids des marchandises dont est chargée la remorque se trouve ainsi supportée par l'essieu arrière auquel sont fixées les roues motrices de la voiture et donne à celui-ci l'adhérence nécessaire pour entraîner le tout.

C'est, en somme et à peu de choses près, la voiture à six roues, avec cet avantage en plus que, l'arrière-train tout entier pouvant être braqué presque à angle droit, l'ensemble du véhicule peut évoluer dans des courbes de très petit rayon. Dans ce cas, comme dans le précédent, il convient de disposer un essieu solide et d'autant plus résistant que la charge imposée sera plus lourde, ce qui n'est pas indispensable lorsqu'il s'agit d'une remorque simplement accrochée à l'arrière de la voiture et portée elle-même, le plus fréquemment, sur quatre roues.



ARRIÈRE-TRAIN SE FIXANT A L'ARRIÈRE DU VÉHICULE
Ce dispositif est celui adopté pour les travaux de l'agriculture. Les roues métalliques sont munies de cornières pour s'agripper dans les terres molles.

On peut reprocher à la remorque de se mettre en travers en cas de recul et de devenir ainsi un obstacle à la circulation. Cet inconvénient existe, en effet, et on aurait tort de le nier; mais il suffit d'un peu d'habileté du conducteur pour y parer, soit en conservant une distance suffisante dans les files, soit en empruntant des voies latérales et en faisant le tour d'un îlot de maisons pour se présenter à l'endroit voulu dans le bon sens, c'est-à-dire sur la droite. Il est toujours possible de manœuvrer sans avoir à reculer ; il n'y a qu'à prévoir et à se ménager la place nécessaire pour ladite manœuvre.

Cette petite difficulté est compensée, d'ailleurs, par d'autres avantages : celui, notamment, de permettre au tracteur de faire la navette, sans arrêts, avec un jeu de trois remorques, l'une en chargement, l'autre en déchargement et la troisième circulant pour venir remplacer en temps utile celle qui, vide ou rechargée, est prête à repartir.

Il faut croire, d'ailleurs, que le reproche du recul impossible est peu fondé, car ce système de remorque se multiplie de plus en plus en Amérique où toutes les innovations pratiques sont, à juste titre, en faveur. Ce ne sont pas seulement les voitures légères qu'on y transforme de la sorte, mais des usines nouvelles se créent, des sociétés à puissants capitaux se fondent pour construire spécialement et exploiter des véhicules construits sur ces données pratiques.

Le point de vue financier n'est pas moins intéressant. Si l'on emploie, pour les transformer en tracteurs, ces modèles de voitures légères américaines qui ne coûtent aux Etats-Unis que 2.500 francs et qui pèsent à peine 700 kilos ; si l'on y ajoute une remorque dont le prix, y compris celui de la transformation de l'essieu arrière de la voiture, atteint à peine un millier de francs, on voit à quel prix modique il est possible de transporter une charge pouvant s'élever à deux tonnes ou deux tonnes et demi. Point n'est besoin d'avoir un lourd camion qui pèse lui-même autant et coûte quatre ou cinq fois plus. Avec deux ou trois petits tracteurs et leurs remorques, le transport est infiniment plus rapide et le prix de revient de la tonne kilométrique s'abaisse dans de grandes proportions, ce qui doit être le but de toute entreprise de transport. Il existe, en France et en Europe, de nombreux modèles de voitures qui, bien que d'un prix sensiblement plus élevé que celui des modèles américains, peuvent se prêter aussi bien à cette transformation et rendre d'aussi importants services. Nous n'arriverons certainement pas à un prix aussi réduit, que nos faibles moyens de production, comparés à ceux des Etats-Unis, nous interdisent ; mais nous aurons du moins la satisfaction d'utiliser une production nationale, de favoriser dans une très large mesure notre industrie et d'avoir sous la main les ateliers de réparation.

On ne s'est, d'ailleurs, pas arrêté à cette seule solution du problème. On a voulu pousser plus loin la démonstration, et le transport de lourdes charges de bois a pu se

faire avec ces mêmes voitures légères, ainsi que le montre notre photo p. 260. Le dispositif des roues motrices a été, dans ce but, légèrement modifié. Comme il convenait de démultiplier davantage encore la transmission, la roue caoutchoutée a été remplacée par une simple frette métallique, suffisamment large pour augmenter l'adhérence et munie au besoin d'ergots ou de saillies hélicoïdales destinés à s'agripper mieux au sol. Cette frette porte une denture intérieure qui vient s'engrener sur une denture correspondante montée sur la fusée de l'essieu moteur de la voiture. On obtient de la sorte une très grande démultiplication qui peut aller jusqu'au rapport de 1 à 15 et qui permet au moteur de démarrer et d'entraîner de lourdes charges sur des rampes accentuées.

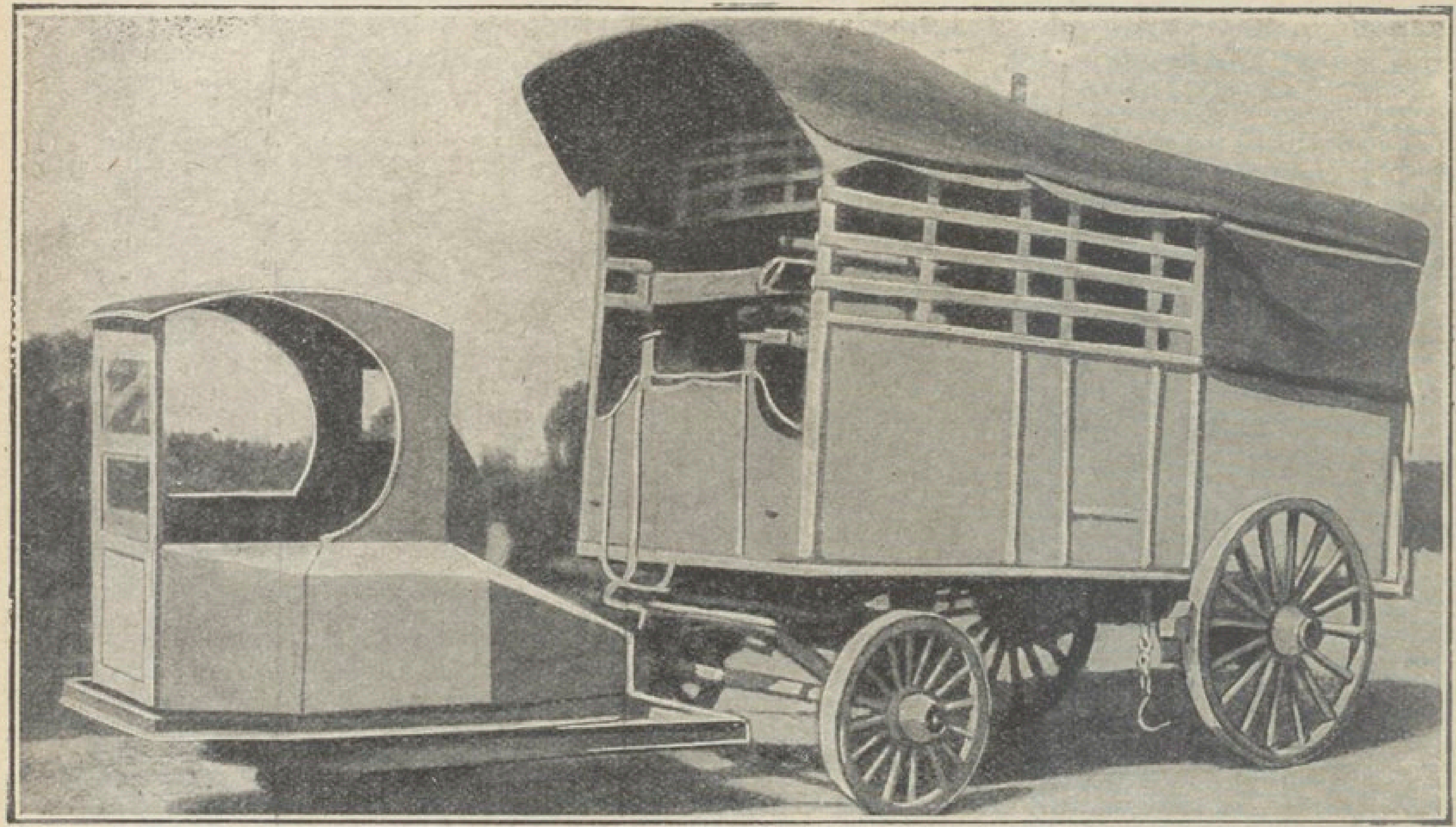
Simplifiant encore le procédé, on peut, tout en laissant en place les roues de la voiture, donner une voie plus large à l'essieu supplémentaire et engrener la denture intérieure de la frette sur un pignon posé à la place du chapeau de roue. La transformation est ainsi plus rapide encore, le résultat mécanique et le rendement restant les mêmes.

La puissance développée à la jante est telle qu'on peut se servir de véhicules ainsi transformés pour remorquer des charrues et défoncer les terres. Le fermier peut ainsi se rendre rapidement au champ en voiture, y transformer son torpedo en tracteur.

Certains constructeurs américains ont recherché le tracteur qui pourra s'atteler à n'importe quel véhicule à quatre roues et y prendre la place du cheval. Dans cet ordre d'idées, on cite le « One Wheel Truck », de Saint-Louis. Ainsi que son nom l'indique, il comporte une seule roue placée entre deux longerons qui, fixés rigidement à l'essieu avant du camion remorqué, assurent à ce tracteur d'un nouveau genre sa stabilité. Le moteur à quatre cylindres, de 24 chevaux, qui actionne cette roue, l'embrayage, la boîte à trois vitesses, les freins, la direction, les réservoirs d'eau et d'essence sont disposés sur le châssis de façon à y maintenir l'équilibre. Le conducteur lui-même s'y trouve logé dans une carrosserie qui a la forme d'un cab avec pare-brise.

C'est, assurément, une conception, pour le moins originale, du cheval mécanique. Il est certain que des expériences ont été faites, qu'elles ont satisfait les constructeurs et convaincu les financiers, puisqu'une société s'est fondée pour construire et exploiter le « truck » en question. Puisse-t-il permettre d'utiliser à l'avenir tous les chariots de campagne que le vrai cheval, celui qui se nourrit d'avoine, devenu de plus en plus rare et délaissé, aura rendu disponibles !

PAUL MEYAN.



LE TRACTEUR AUTOMOBILE « ONE WHEEL TRUCK » ATTELÉ A UN CHARIOT

Ce tracteur à une seule roue, disposée convenablement sous l'appareil, s'attelle comme un cheval à n'importe quel véhicule à quatre roues.

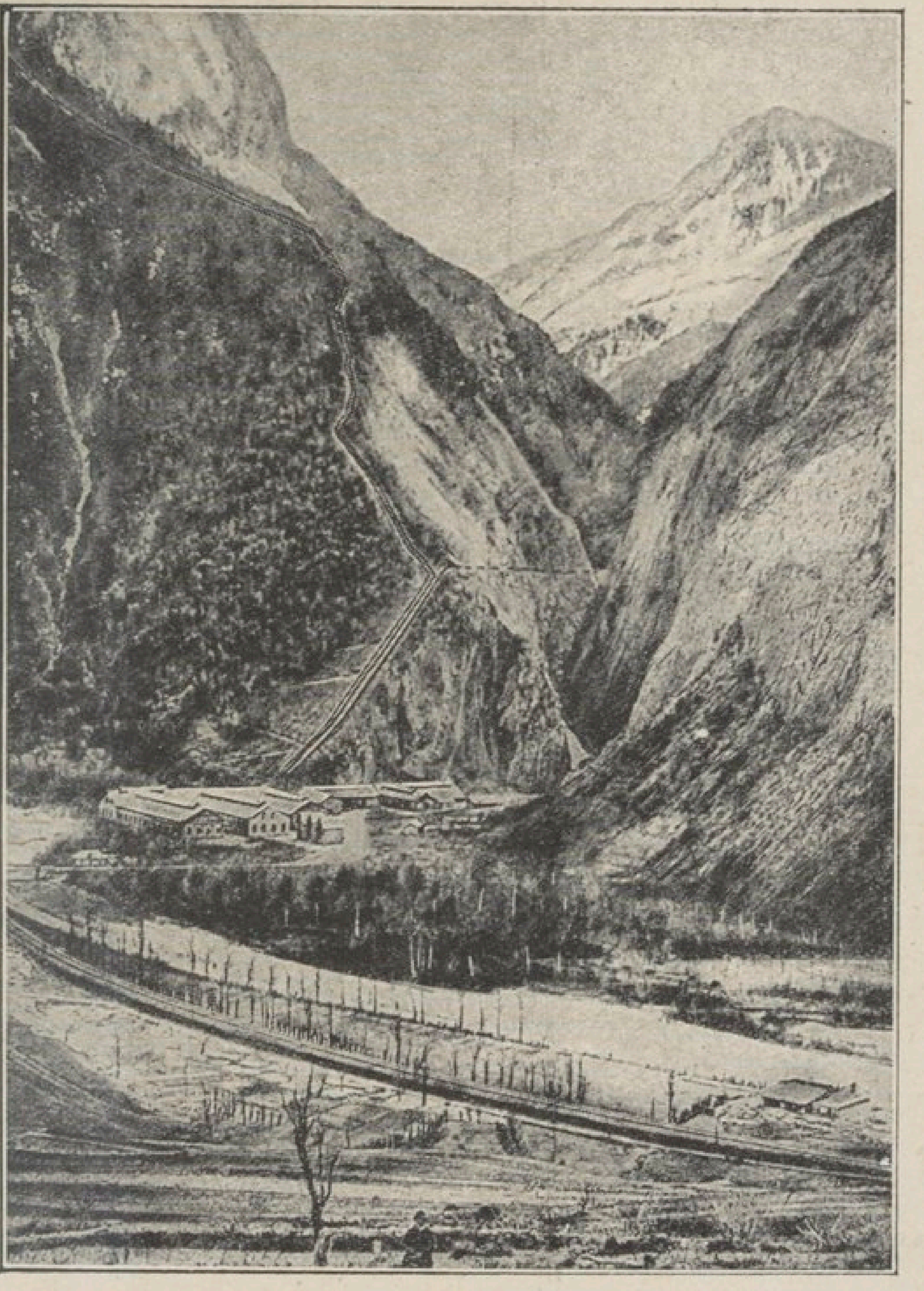
L'ALUMINIUM EST EMPLOYÉ AUJOURD'HUI DANS LA PLUPART DES INDUSTRIES

Par Charles LORDIER

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

L'EXTRÊME légèreté de l'aluminium, qui n'est pas plus lourd que la porcelaine, n'est pas la seule propriété qui ait incité les constructeurs à en répandre l'emploi en mécanique. Ce métal est également très malléable et extrêmement ductile, ce qui permet de le laminer en feuilles extra-minces et de l'étirer en fils d'une grande finesse. Malheureusement, l'aluminium est aussi l'un des plus fusibles des métaux usuels. A 650°, il se transforme en une masse fluide, alors que ce phénomène ne se produit qu'à 945° pour l'argent et à 1.054° pour le cuivre rouge.

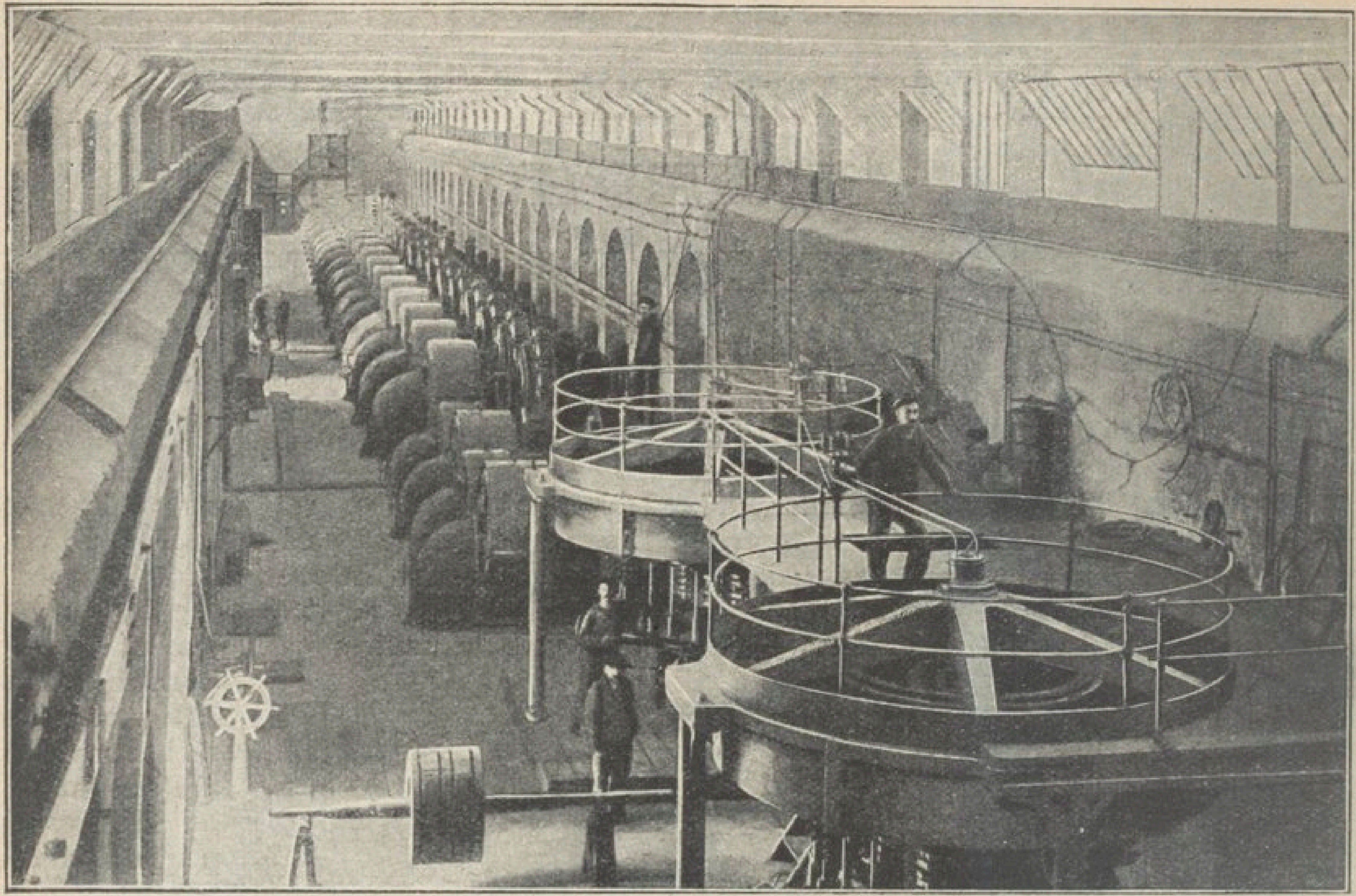
Dans l'air sec, l'aluminium reste inoxydable; aussi l'emploie-t-on beaucoup pour la construction des appareils d'optique, des instruments de chirurgie, etc. Dans l'eau et dans l'air humide, ce métal s'altère, au contraire, très vite, et cet inconvénient en a empêché l'emploi dans beaucoup de cas, notamment dans la marine, où il aurait rendu de grands services pour l'obtention de coques de navires extrêmement légères.



VUE GÉNÉRALE D'UNE USINE A ALUMINIUM, EN SAVOIE

La nouvelle métallurgie électrique supprime les fumées et permet de placer les fours à proximité des mines ainsi que des chutes d'eau fournissant l'énergie nécessaire à la marche des usines.

Comme un des usages relativement nouveaux de l'aluminium, en France, on peut signaler le remplacement de nos monnaies de billon, tenté une première fois il y a quelques années et qui a été l'an dernier l'objet d'un essai en grand plus complet que le premier. Le dernier type de monnaie en bronze d'aluminium comprend des pièces de 5, 10 et 25 centimes présentant l'aspect d'un disque perforé au centre afin d'éviter la confusion avec les monnaies d'argent. Depuis quelques années, on fabrique beaucoup d'aluminium en feuilles au moyen du laminage à chaud



LA SALLE DES MACHINES DE L'USINE A ALUMINIUM DE LA PRAZ (SAVOIE)
Cette magnifique usine, construite sur l'Arc, en aval de Modane, est alimentée par deux chutes développant un total de 13.000 chevaux.

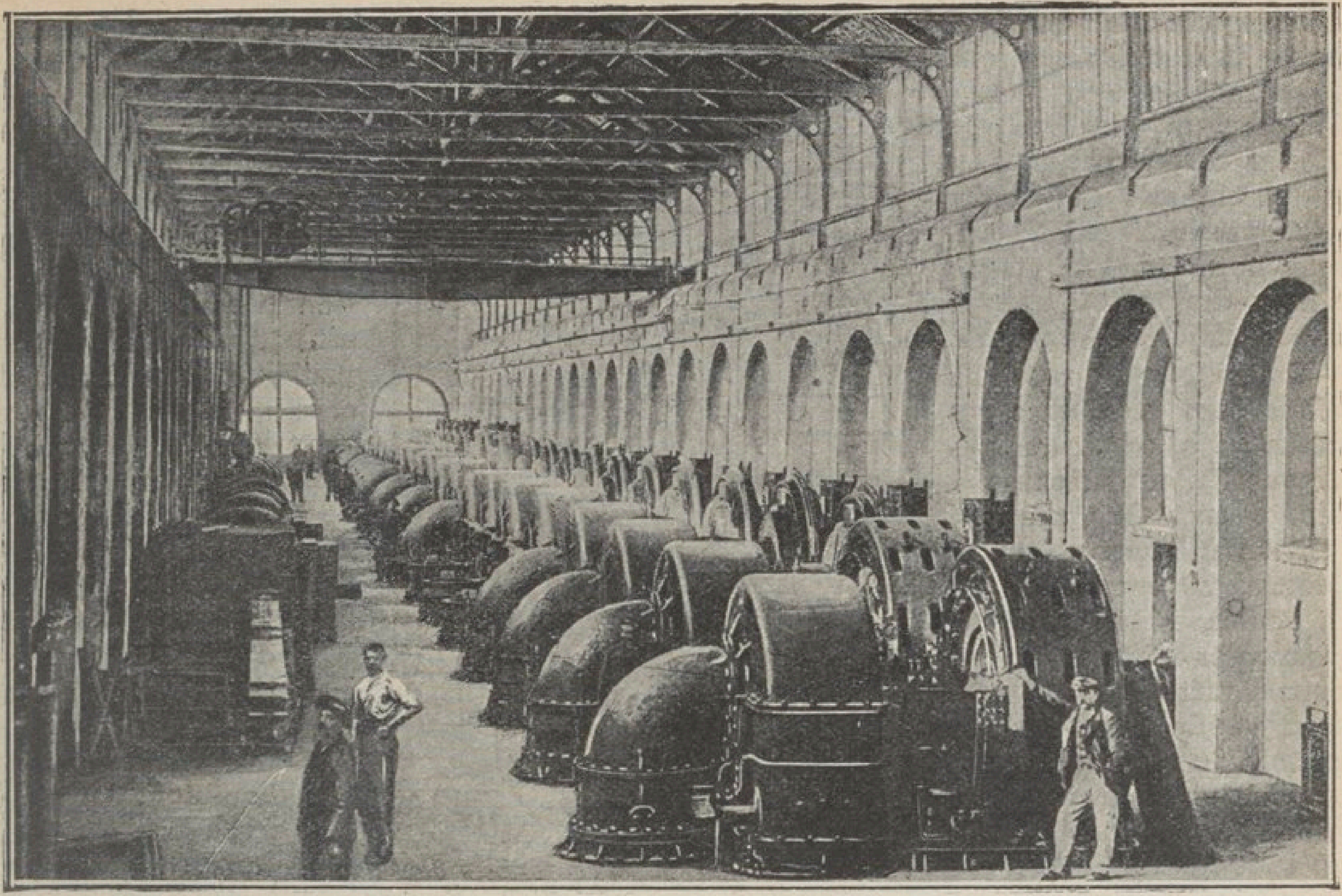
(420°), de lingots dont les dimensions sont généralement : 700 + 320 + 120 mm. La Société française des Couleurs métalliques a installé à La Praz (Savoie), un atelier de laminage qui produit en six passes des feuilles ayant jusqu'à 4 centièmes de millimètres d'épaisseur, avec un seul et bref réchauffage intermédiaire après la deuxième passe.

Pour obtenir les épaisseurs inférieures à 4 centièmes de millimètre, on procède soit par battage, soit par sciage mécanique.

Le battage s'opère en agissant sur des piles de cinq cents feuilles que l'on frappe entre deux lames de zinc avec des marteaux pneumatiques pesant 150 kilos et donnant 300 coups à la minute. On évite le collage des feuilles entre elles par une intercalation de papier, en les gauffrant entre deux cylindres ou encore en amenant mécaniquement à l'état feuilleté l'aluminium uni que l'on découpe avec une scie à ruban extra mince et très longue marchant à grande vitesse. On arrive ainsi à réaliser des feuilles ayant un centième de millimètre d'épaisseur, que l'on découpe et que l'on recuit ensuite avant de les mettre en paquets par mille.

On emploie beaucoup, aujourd'hui, un mode de peinture fondé sur la projection d'une poudre extra-fine d'aluminium métallique sur les surfaces à recouvrir. On peut citer comme exemple de cette application la peinture du troisième étage de la tour Eiffel, effectuée en 1900, celle du grand gazomètre de 60.000 mètres cubes établi à Boulogne-sur-Seine en 1909 par la Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice. A Paris, on a pu également juger l'effet de la peinture à l'aluminium en poudre sur les viaducs aériens du Métropolitain. Avant la guerre, les raffineurs de pétrole se servaient du même moyen efficace pour préserver de l'oxydation leurs bidons d'essence.

La fabrication de l'aluminium en poudre, qui se pratique en grand dans l'usine de la Société française des Couleurs métalliques, à Charleval-sur-Andelle (Eure), était autrefois une opération très dangereuse, car la poudre d'aluminium forme avec l'air des mélanges détonants et spontanément inflammables ; aussi l'usine de Charleval a-t-elle brûlé trois fois avant que l'on ait trouvé le moyen d'obvier à cet inconvénient. Le mode de fabrication actuel consiste à désagréger, en les amincissant à l'infini, les déchets des feuilles d'aluminium qui servent pour l'empaquetage du chocolat. La poudre



HALL DES TURBINES DE L'USINE A ALUMINIUM DE SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE

Cette station centrale de 17.000 chevaux, alimentée par l'Arc, comporte 28 dynamos de grande puissance alimentant de courant les cuves à aluminium.

est obtenue dans des batteries de pilons complétées par des bluteries et par des cylindres à polir appelés brillanteuses.

On a récemment réalisé une opération qui consiste à nickeler l'aluminium après un décapage spécial. Les plaques ainsi obtenues peuvent être courbées et martelées sans craquelures ni cassures et on les chauffe sans aucun risque de déformation jusqu'à la température de fusion du métal.

La production mondiale de l'aluminium a passé de 7.000 tonnes en 1900, à 70.000 tonnes en 1913, peut-être grâce au large emploi que l'Allemagne a fait de ce métal pour ses besoins militaires. L'artillerie des puissances centrales se servait de l'aluminium pour la fabrication des fusées d'obus. Leur intendance fournissait à chaque soldat, en plus d'une marmite, un bidon et un quart, pesant 700 grammes ; d'autre part, chaque zeppelin des divers modèles absorbe de 6 à 10 tonnes de métal pur. On a évalué à plus de 30.000 tonnes la quantité d'aluminium que les Allemands et les Autrichiens ont employée avant la déclaration de guerre pour constituer des approvisionnements suffisants de fusées d'obus, d'ustensiles de campement ou de petit équipement.

Jusqu'ici, la France n'a pas pris de détermination au sujet des emplois militaires de l'aluminium. L'alliage à 3 % de cuivre qui avait été mis à l'essai lors de l'expédition de Madagascar fut abandonné à cause des altérations qui le rendaient rapidement inutilisable. Une commission, instituée en 1911, qui comptait au nombre de ses membres MM. Le Chatelier et Hanriot, se prononça en faveur de l'aluminium pur, mais les questions à élucider n'avaient pas toutes été résolues avant la guerre. Il fallait, notamment, fixer les épaisseurs, choisir le meilleur mode de travail (emboutissage, étampage, laminage) et étudier en détail les méthodes de recuit.

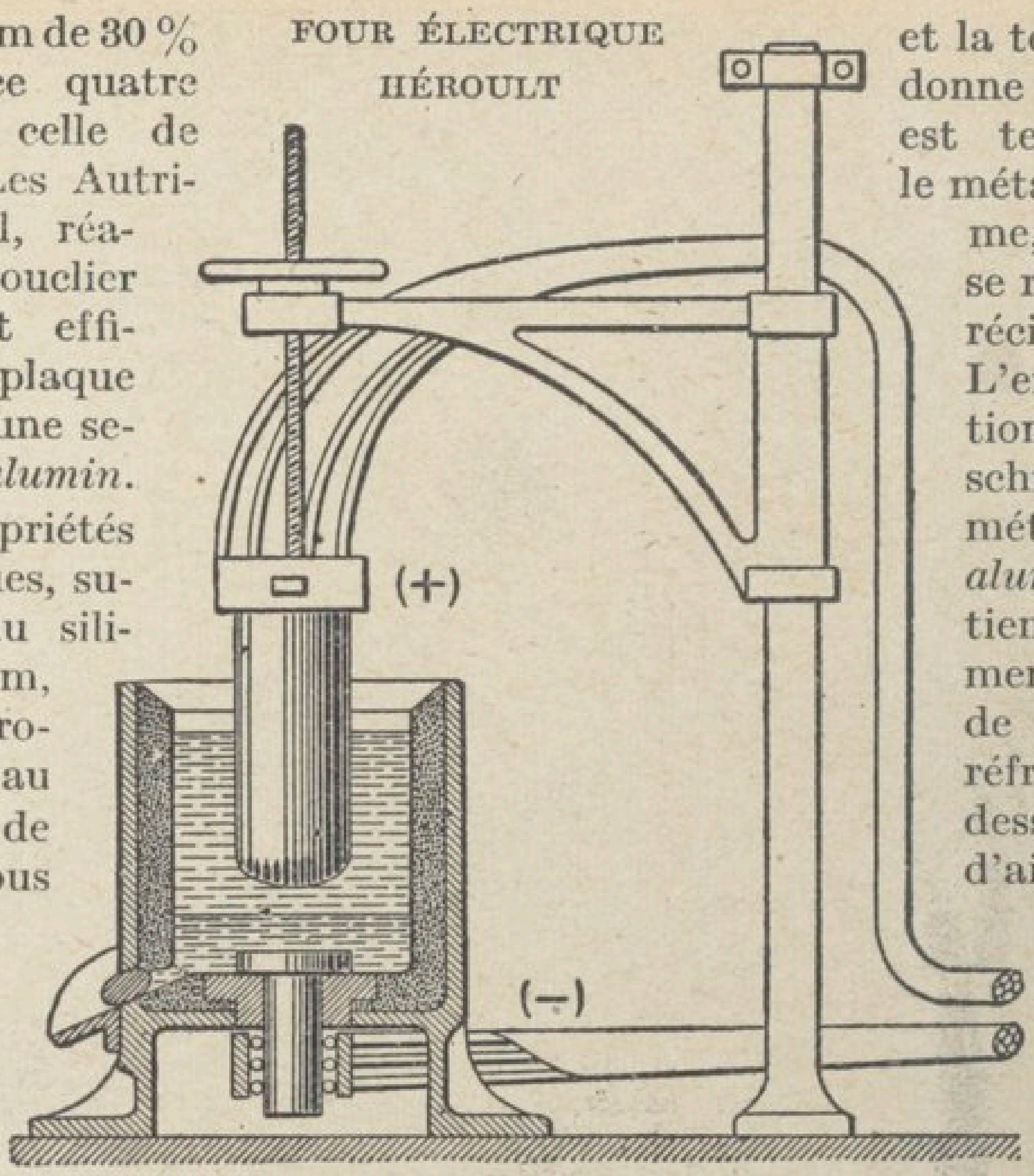
En France, l'industrie privée consomme une grande quantité d'aluminium pour la construction des moteurs d'automobiles et d'aviation. Certaines fonderies sont arrivées à réaliser des carters de moteurs et un grand nombre d'accessoires de châssis et de carrosserie dans des conditions d'exécution parfaites et de bon marché relatif.

On commence aussi à employer le *duralumin*, qui est un alliage à 3 % de cuivre contenant 1 % de magnésium, dont les propriétés mécaniques sont très intéressantes pour les usages militaires, car il offre un

allongement minimum de 30 % avec une résistance quatre fois supérieure à celle de l'aluminium pur. Les Autrichiens ont, paraît-il, réalisé récemment un bouclier d'infanterie léger et efficace formé d'une plaque d'acier dur rivée à une seconde plaque en *duralumin*.

Grâce à ses propriétés réductrices énergiques, supérieures à celles du silicium, l'aluminium, ajouté en faible proportion à l'acier et au bronze, au moment de la coulée, réduit tous les oxydes existant dans le métal, qu'il rend plus ductile et exempt de soufflures. L'aluminium déplace le carbone de la fonte liquide sous forme de graphite et lui donne un grain des plus serrés ainsi qu'une texture homogène.

FOUR ÉLECTRIQUE HÉROULT

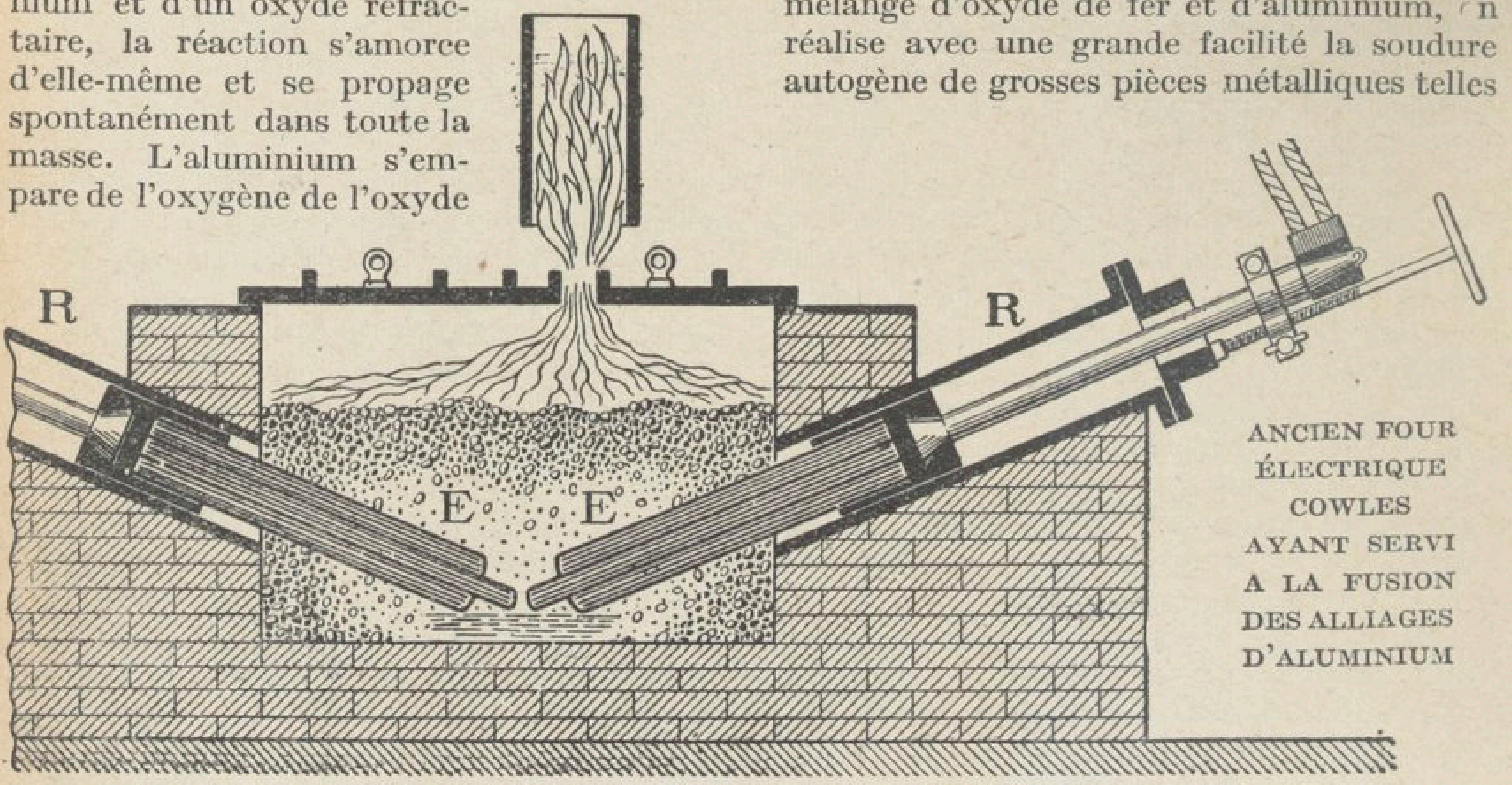


Cet appareil, breveté en 1886, est encore employé dans un grand nombre d'usines pour la métallurgie de l'aluminium. Il permet d'obtenir des masses indéfinies d'aluminium pur en électrolysant l'alumine dissoute dans un bain de cryolithe en fusion.

L'une des applications métallurgiques les plus récentes et les plus curieuses de l'aluminium a trait à l'ensemble des phénomènes connus sous le nom d'aluminothermie. En effet, quand on chauffe fortement en un point un mélange formé de limaille d'aluminium et d'un oxyde réfractaire, la réaction s'amorce d'elle-même et se propage spontanément dans toute la masse. L'aluminium s'empare de l'oxygène de l'oxyde et la température à laquelle donne lieu ce phénomène est tellement élevée que le métal réduit — fer, chrome, titane, manganèse — se rassemble au fond du récipient à l'état liquide. L'emploi de cette réaction a permis à Goldschmidt de créer une métallurgie spéciale dite *aluminothermie*. On obtient ainsi industriellement, purs et exempts de carbone, les métaux réfractaires énumérés ci-dessus, qu'on produit d'ailleurs aujourd'hui dans des conditions analogues au four électrique.

Ces mélanges d'aluminium et d'oxyde sont désignés commercialement sous le nom de thermites. Le mélange d'oxyde de fer titanifère et d'aluminium ou titane-thermite donne du ferro-titane par réaction mutuelle de ces constituants. On le projette dans des poches contenant de l'acier en fusion, ce qui donne de l'acier au titane d'une homogénéité tout à fait remarquable.

Grâce à la chaleur élevée dégagée par un mélange d'oxyde de fer et d'aluminium, on réalise avec une grande facilité la soudure autogène de grosses pièces métalliques telles



ANCIEN FOUR ÉLECTRIQUE COWLES AYANT SERVI A LA FUSION DES ALLIAGES D'ALUMINIUM

L'invention de ce four fut le point de départ de grands progrès dans la métallurgie de l'aluminium. Les électrodes E E *pénètrent au sein de la matière en fusion, grâce à des montures tubulaires* R R.

que bielles, rails, arbres, moteurs, etc., etc.

On a pu, de même, préparer l'hydrogène nécessaire au gonflement des aérostats par décomposition de l'eau par l'aluminium en présence d'alcalis et de catalyseurs. Un mélange intime de limaille d'aluminium avec une faible proportion de chlorure mercurique et de cyanure de potassium pulvérisés, dénommé *hydrogénite*, laisse dégager 1.300 litres d'hydrogène par kilogramme quand on le soumet à un traitement par l'eau.

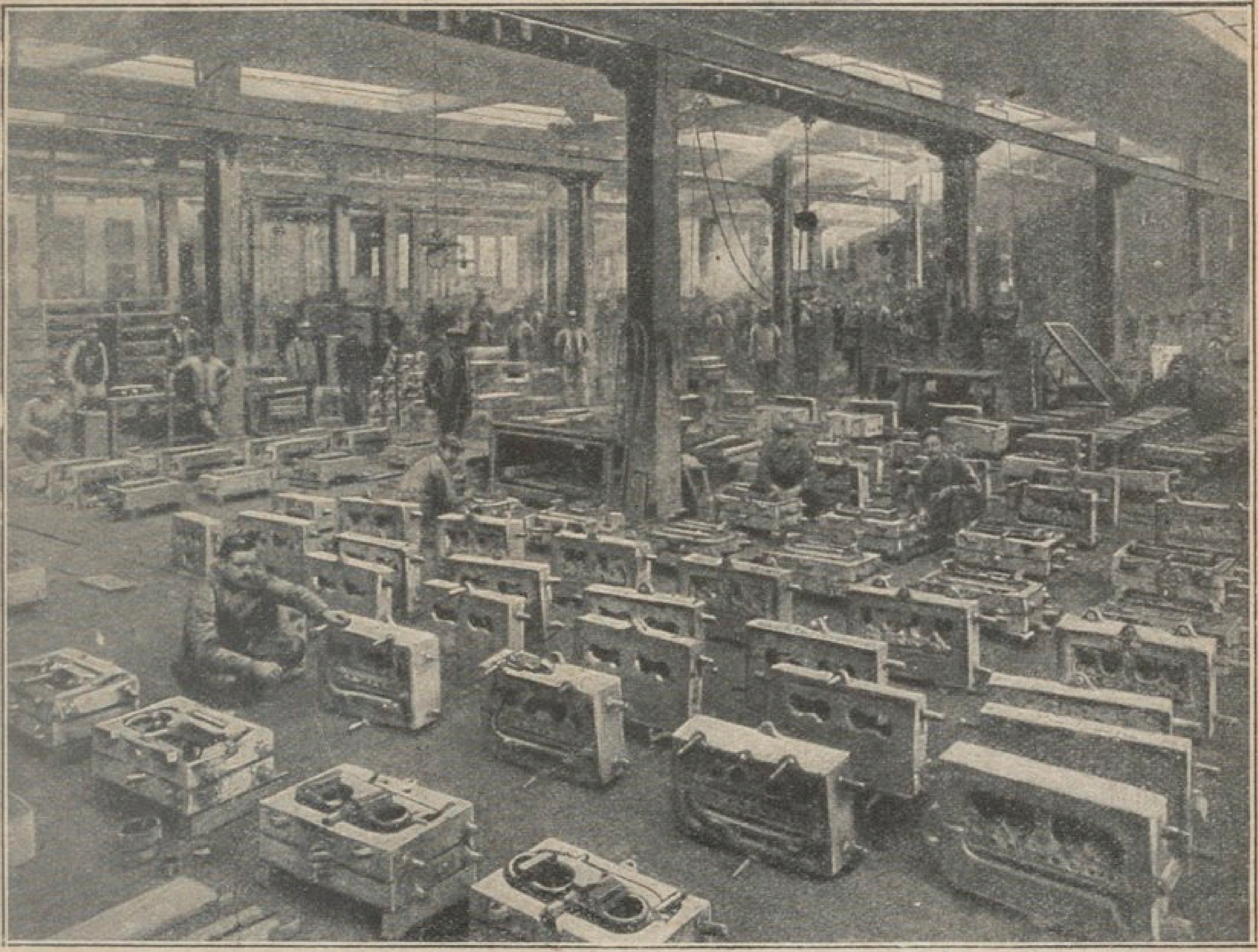
L'ammonal est un explosif extrêmement puissant obtenu en mélangeant de l'aluminium et du nitrate d'ammonium pulvérisés.

Avant la guerre, les conducteurs électriques en aluminium étaient plus économiques que les canalisations en fil de cuivre. L'économie de poids atteignait un peu plus de 50 %, à conductibilité égale.

Il y a longtemps que l'on emploie l'aluminium pour la confection d'ustensiles de ménage et de cuisine. Ce métal est, en effet, bon conducteur de la chaleur ; les aliments sont vite chauds dans les casseroles, sans s'attacher — surtout en ce moment — et s'y conservent longtemps chauds. Le matériel de cuisine en métal fondu est le plus solide et le plus propre, mais on ne peut le vendre qu'à des prix relativement élevés, comparables à ceux des autres produits similaires.

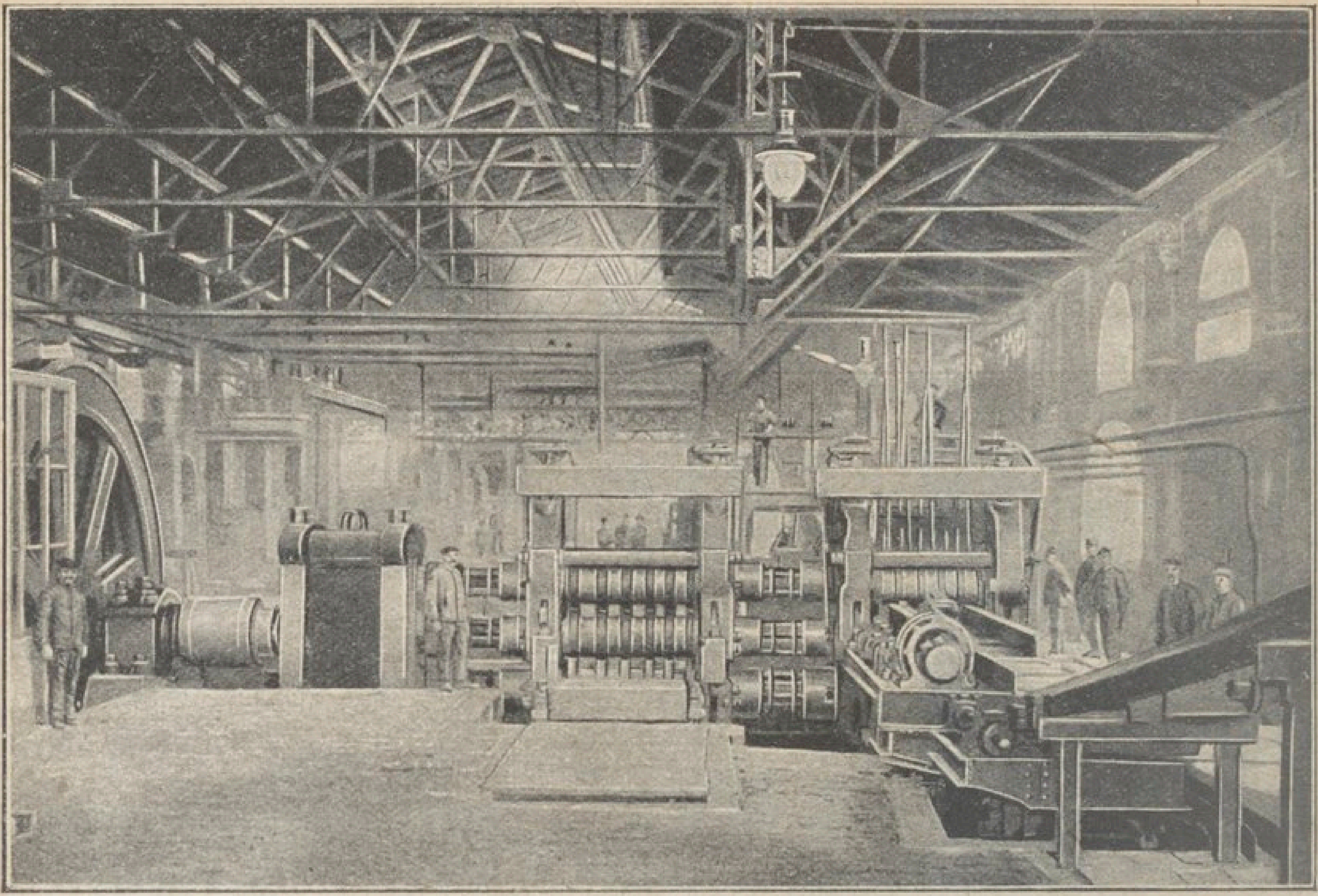
La fabrication industrielle de l'aluminium ne prit un réel essor qu'à partir du moment où les frères Cowles eurent recours à la voie électro-chimique. Ils établirent en Angleterre une usine qui fonctionna de 1886 à 1892 et où l'on employait un four électrique à chauffage par résistance rempli d'un mélange d'alumine, de charbon et de fer ou de cuivre. On obtenait ainsi un ferro-aluminium à 10 % ou un cupro-aluminium dont la richesse variait de 18 à 30 %.

La méthode actuellement employée pour obtenir des masses indéfinies d'aluminium pur est due à un Français, M. Héroult, qui imagina d'électrolyser l'alumine dissoute dans un bain de cryolithe fondue. Le bain



FONDERIE D'ALUMINIUM DE LA SOCIÉTÉ DES USINES « FIAT », A TURIN

Ces immenses ateliers produisent un important tonnage de carters et d'autres accessoires en aluminium destinés aux nombreux véhicules automobiles construits par la grande firme italienne.



LAMINOIR SERVANT A LA PRODUCTION DES PROFILÉS EN ALUMINIUM

Grâce à sa grande ductilité, l'aluminium se lamine aussi facilement que le fer. On en fait donc des cornières ainsi que des fers à T, à U, etc., que l'on emploie dans la construction des avions et des dirigeables.

est contenu dans une cuve à revêtement de charbon, qui est reliée au pôle négatif d'une dynamo, tandis qu'une anode de charbon plongeant à peu près complètement dans la matière en fusion communique par un câble avec le pôle positif de la machine.

Les premiers brevets de M. Héroult, qui datent du 23 avril 1886, furent complétés le 15 avril 1887 par un certificat d'addition qui revendiquait la préparation des alliages d'aluminium par électrolyse de l'alumine maintenue en fusion par le courant lui-même, grâce à l'emploi de l'effet Joule. Le four Héroult fut appliqué dès le début par les usines de Neuhausen (Suisse) et de Froges.

Dans le four électrique, l'aluminium mis en liberté à la cathode, se rassemble au fond de l'appareil, tandis que l'oxygène libéré à l'anode de charbon brûle le carbone, ce qui donne naissance à un dégagement d'oxyde de carbone. Il résulte de là que l'on consommera au minimum 667 grammes de carbone emprunté aux anodes par kilogramme d'aluminium fabriqué.

En pratique, l'alumine n'est pas seule électrolysée dans cette opération, car le fluorure d'aluminium et de sodium qui constitue la cryolithe le sont également. On a été amené à incorporer dans le bain des fondants qui sont surtout des fluorures de calcium ou d'aluminium, ou encore du chlorure de sodium, de manière à obtenir un bain d'électrolyse dont la température normale varie de 800 à 900°. On améliore ainsi dans de notables proportions le rendement en aluminium en diminuant la différence des températures qui correspondent à la fusion du métal (650°) et à la réalisation de l'électrolyse.

Pour préparer l'aluminium, il est donc indispensable de disposer en quantités importantes de diverses matières premières qui sont tout d'abord la bauxite et l'alumine, puis la cryolite, les fluorures servant de fondants et les électrodes de charbon.

On sait que l'alumine pure, très rare dans la nature, s'extrait de la bauxite.

L'alumine hydratée ou bauxite, qui contient en moyenne 40 % à 80 % d'alumine, avec 0 à 20 % d'oxyde de fer et une certaine proportion d'eau, est devenue aujourd'hui le principal minerai d'aluminium. Elle a été signalée vers 1821 par le chimiste Berthier dans une localité du département des Bouches-du-Rhône appelée les Baux-de-Provence, village aujourd'hui abandonné.

La fabrication de l'aluminium exige

l'emploi de minerais contenant peu de silice et les produits français sont à ce point de vue d'une qualité supérieure, car nos bauxites rouges du Midi contiennent 2 à 4 % de silice seulement, et 57 à 60 % d'alumine. Les bauxites blanches siliceuses servent surtout à fabriquer l'alun et les briques réfractaires.

Les départements producteurs étaient, en 1913, le Var (258.000 tonnes), l'Hérault (44.000 tonnes), les Bouches-du-Rhône (4.300 tonnes) et l'Ariège (3.200 tonnes).

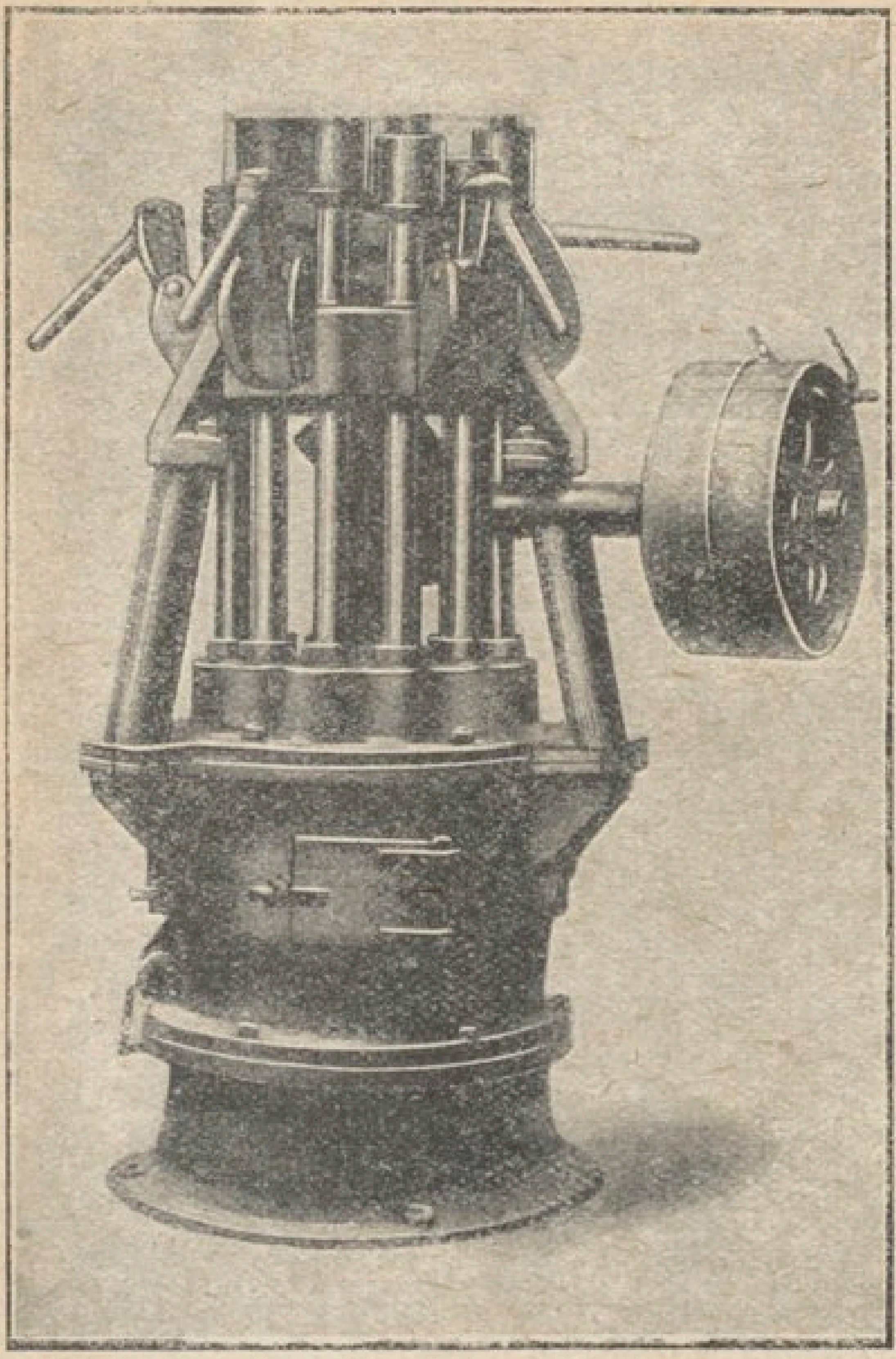
Les usines françaises d'aluminium : Société Electro-Métallurgique française, Société d'Alais et de la Camargue, Société d'Electro-Chimie, Aluminium Français, consommèrent, en 1913, 143.350 tonnes de minerais nationaux pour la préparation de l'alumine dans leurs usines spéciales de Gardanne, Salindres, Beaucaire, La Barasse et Saint-Louis. Le reste des bauxites extraites en France, soit environ 169.000 tonnes, était expédié à l'étranger. L'Allemagne, avant la guerre, nous prenait environ 90.000 tonnes, l'Angleterre, 53.000 et les Etats-Unis, 12.000.

L'extraction de la bauxite est peut-être l'industrie minière qui a été le plus affectée par la guerre. L'exportation, qui avait lieu par les ports de Cette, de Marseille, de Toulon et de Saint-Raphaël, a été complètement paralysée. Les mines allemandes ont été mises sous séquestre. La consommation de l'aluminium métallique étant devenue très restreinte en France, la plupart de nos chantiers nationaux ont été fermés. Ainsi, la Société d'Alais et de la Camargue n'a utilisé, en 1915, que 1.265 tonnes de bauxite contre 15.847 en 1914 et 33.887 en 1913. Cependant, on doit signaler qu'en 1916, le gouvernement français a encouragé les producteurs d'aluminium à reprendre leurs travaux, et, l'an dernier, la Société d'Alais a, de nouveau, employé 30.000 tonnes de bauxite. Il est probable que si cette politique continue, l'exploitation de la bauxite dépassera rapidement son ancien taux pourvu que les mines parviennent — ce qu'il faut souhaiter — à reconstituer leur main-d'œuvre.

Pour préparer l'alumine en partant de la bauxite, on broie cette dernière, puis on la passe dans un tamis à mailles de 5 à 6 millimètres, et, enfin, on la calcine dans un four tournant à 700-800° pour la déshydrater. Après un second broyage et un tamisage très fin, la bauxite est soumise à un traitement chimique qui comporte trois phases : préparation des lessives d'aluminate de soude,

SÉRIE D'USTENSILES DE CUISINE EN ALUMINIUM FONDU

On recommande aujourd'hui l'emploi de l'aluminium fondu pour la fabrication des casseroles et des autres ustensiles de cuisine, malgré leur prix plus élevé que celui des objets similaires en tôle d'aluminium.



PILON MÉCANIQUE POUR LE DÉGROSSISSAGE DES GRAINS DANS LA FABRICATION DE LA POUDRE D'ALUMINIUM

préparation de l'alumine hydratée, calcination très complète de l'alumine.

Pour extraire l'alumine de la bauxite sous forme d'aluminate de soude, on emploie, soit les anciens procédés par voie sèche Deville-Péchiney ou Peniakoff, soit les méthodes par voie humide Bayer ou Vergé.

Dans les usines système Deville-Péchiney, la bauxite calcinée et pulvérisée, puis mélangée à du carbonate de soude anhydre, est chauffée à 1.200°-1.500° dans un four tournant. L'acide carbonique se dégage et l'alumine se combine à la soude pour donner de l'aluminate de soude que l'on dissout dans de l'eau alcaline bouillante pour éliminer les impuretés insolubles telles que la silice et les oxydes de fer ou de titane. La silice donne lieu à la formation d'une certaine quantité de silicate de soude qui reste mélangée à l'aluminate, malgré les filtrations et les décantations auxquelles ce dernier est soumis. On chasse la silice sous la forme de silico-aluminate de soude en chauffant la solution dans un autoclave, puis en la filtrant à nouveau très soigneusement.

Le procédé Peniakoff consiste à réduire par le charbon ou par le sulfure de fer un mélange intime de bauxite et de sulfate de soude à 1.200° dans un four tournant de 30 mètres de longueur. Le gaz sulfureux qui s'échappe des fours, mélangé avec de l'air et avec de la vapeur d'eau, est dirigé sur du chlorure de sodium qui se transforme en sulfate de sodium avec dégagement d'acide chlorhydrique. Ce dernier est vendu et le sulfate de sodium sert à traiter de nouvelles charges de bauxite. Il reste dans le four de l'aluminate de soude qu'on lessive et qu'on filtre et dont on chasse la silice comme dans le procédé Péchiney, décrit plus haut.

Bayer a imaginé de chauffer à 150-160° de la soude caustique et de la bauxite calcinée et pulvérisée pendant trois heures dans un autoclave à vapeur (5 à 6 atmosphères), muni d'un agitateur et d'une double enveloppe. L'alumine se transforme assez rapidement en aluminate dissous, mais on obtient beaucoup moins de silicate de soude qu'avec les procédés précédents.

La lessive alcaline sortant de l'autoclave est étendue d'eau, puis passée dans des filtres-presses qui la clarifient en chassant les boues. Le perfectionnement Vergé consiste à supprimer le broyage et la calcination de la bauxite qui, simplement concassée, est agitée avec de la soude caustique dans un autoclave où règne une pression de vapeur de 3 atmosphères. Les grains de bauxite sont ainsi désagrégés et attaqués instantanément par la soude. Grâce à la température relativement basse que l'on obtient (125°-135°) la quantité de silice formée est bien plus faible qu'avec le procédé Bayer.

Le nouveau brevet Serpek emprunte l'azote de l'air pour former, avec l'alumine

BIDON INDIVIDUEL EN ALUMINIUM

Ce bidon, enveloppé d'étoffe couleur bure, est très léger ; il ne pèse, en effet, que 150 grammes pour une contenance de 75 centilitres.

de la bauxite, de l'azoture d'aluminium, qu'on traite par une solution alcaline. Le gaz ammoniac se dégageant pendant cette opération est recueilli sous forme d'ammoniaque ou de sels ammoniacaux et ces résidus de grande valeur contribuent à diminuer le prix de revient de l'aluminate de soude.

Pour extraire l'alumine de ce dernier corps, on peut le décomposer par un courant d'acide carbonique (Deville-Péchiney) ou bien le chauffer simplement avec un peu d'hydrate d'alumine cristallin, récemment formé (Bayer). Dans le premier cas, on récupère du carbonate de soude qui sert à traiter de nouvelles quantités de bauxite et, avec le procédé Bayer, on recueille de la soude caustique qu'on emploie à nouveau dans le même but.

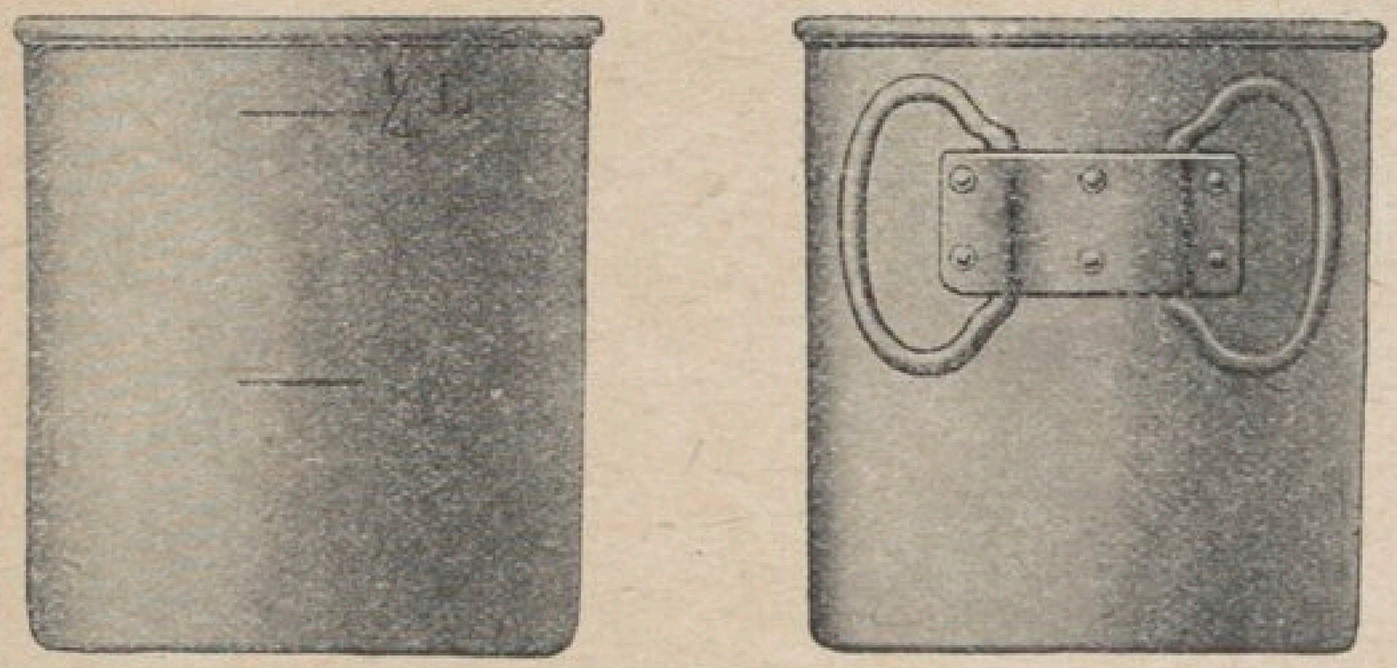
L'alumine précipitée de ses solutions d'aluminate est recueillie dans des filtres-presses, puis lavée avec soin pour éliminer les eaux-mères, et enfin desséchée à l'air libre. On chauffe l'alumine à 1.200° dans des fours pour en chasser complètement l'eau qu'elle renferme. On recueille ainsi 1.000 kilogrammes d'alumine à 350 francs pour environ 2 tonnes de bauxite à 20 francs.

Aussi a-t-on grand intérêt à utiliser le brevet Hall, qui permet d'obtenir directement de l'alumine en traitant la bauxite calcinée au four électrique avec 10 à 15 % de charbon. On recueille ainsi de l'alumine pure qui surnage sur un ferro-alliage complexe contenant du fer, du silicium, du titane et de l'aluminium, que l'on fait couler par une ouverture pratiquée dans le fond du four.

Cette méthode est simple et économique, car on vend le ferro-alliage. On a même essayé de traiter des argiles au four électrique, ce qui serait une vraie révolution, car cette matière première est très commune et aussi répandue dans la nature que la bauxite l'est peu.

Il existait en France, avant la guerre, six fabriques d'alumine, dont deux anciennes, à Gardanne (Bouches-du-Rhône, procédé Bayer) et à Salindres (Gard, méthode Péchiney). L'usine de la Barasse, près Marseille, appartient à la Société d'Electro-Chimie, celle de Beaucaire (Gard), aux Sociétés de Chedde et d'Auzat. Le groupe allemand avait monté à Saint-Louis, près Marseille, une nouvelle et très importante fabrique en vue de l'alimentation de ses usines d'aluminium suisses de Chippis.

On ne connaît dans le monde que deux

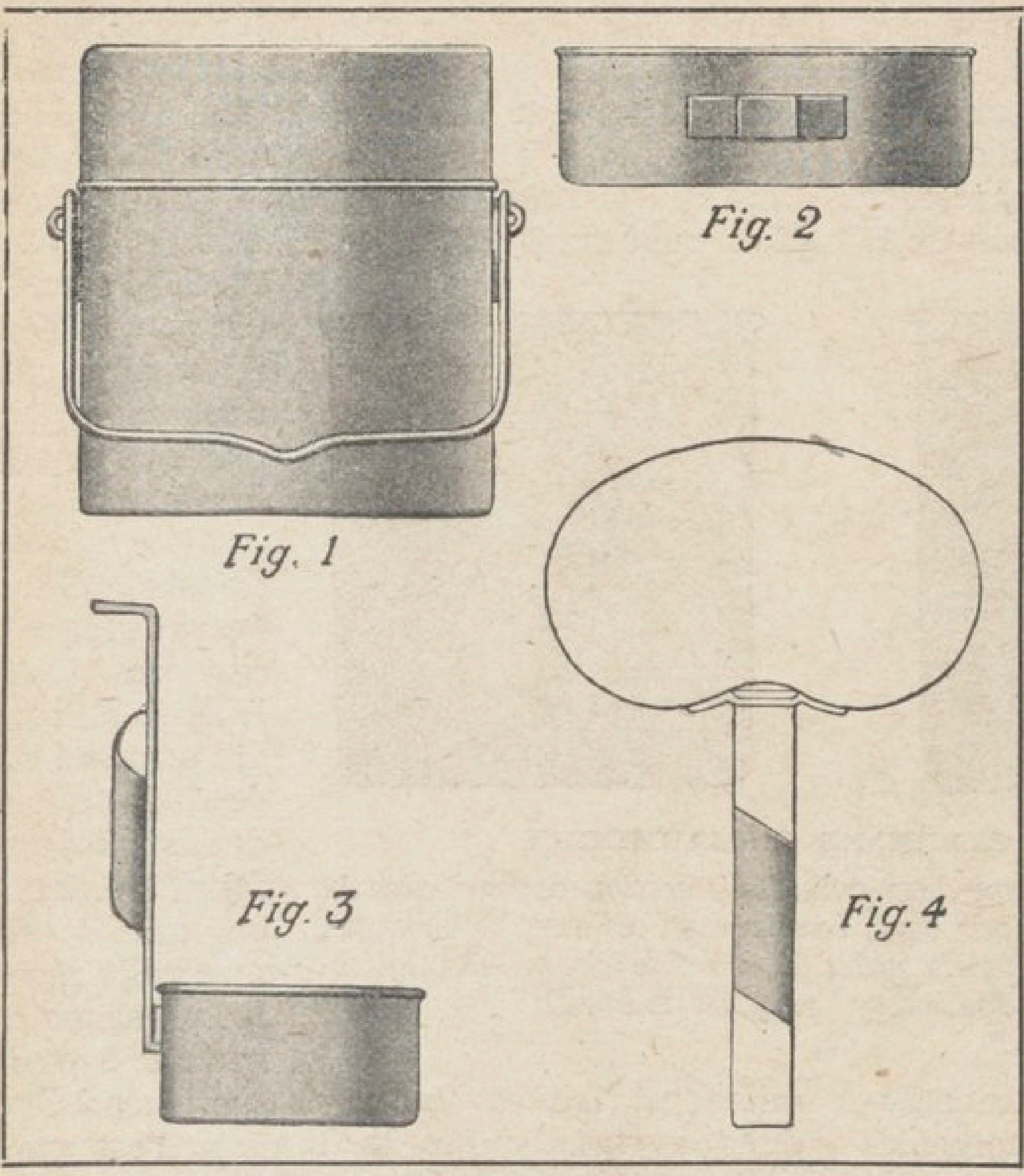


QUART ALLEMAND EN ALUMINIUM

Ce récipient a la forme d'un cylindre à section ovale et pèse 51 grammes. Il se fixe par deux boucles à la ceinture de l'homme. La déformation est faible grâce à la bande de métal relativement épaisse qui renforce le bord.

GAMELLE-MARMITE EN ALUMINIUM, ANCIEN MODÈLE, DE L'ARMÉE ALLEMANDE

La fourchette et la cuiller ont un manche commun. Le couvercle sert de gamelle et la marmite contient 2 litres. Le poids total est de 400 grammes. Le manche de la gamelle n'est pas fixe comme dans le nouveau.



ANCIENNE MARMITE-GAMELLE ALLEMANDE

Le manche mobile peut être fixé de deux manières (fig. 3 et 4) à la gamelle-couvercle, qui peut aussi être employée seule (fig. 2). Le corps de la marmite, qui comporte une anse (fig. 1), a une section dont la forme rappelle celle du haricot.

gisements de cryolithe naturelle, dont l'un à Miask (Oural) est peu important. Les principaux filons de fluorure double d'aluminium et de sodium sont exploités à Svigtut, dans la région sud du Groenland.

Le minerai contient des impuretés telles que pyrites, blende, galène, fluorine, qu'on élimine par des triages soignés. La cryolithe naturelle pure est vendue à raison de 850 francs la tonne, tandis qu'on obtient le produit artificiel à 650 francs environ.

Pour préparer la cryolithe, on employait autrefois, en Autriche et en France, le procédé Graban, consistant à chauffer de la fluorine (spath fluor) avec une solution de sulfate d'alumine obtenue en attaquant le silicate d'alumine naturel par l'acide sulfurique. A Saint-Fons (Rhône) et à Villers-Saint-Sépulcre (Oise), la Société d'Electro-Chimie produit la cryolithe artificielle par le procédé Hulin. En faisant agir de l'acide fluorhydrique provenant du spath-fluor sur de l'alumine hydratée pure, on prépare de l'acide fluoaluminique qui, saturé par du bioxyde de sodium, fournit de la cryolithe insoluble et de l'eau oxygénée parfaitement pure.

Les principaux fondants employés dans la fabrication de l'aluminium sont les fluorures de calcium et d'aluminium.

Le fluorure de calcium est utilisé à l'état de spath-fluor naturel dont on trouve des gisements nombreux en France, notamment à Bourg-Lastic (Puy-de-Dôme).

On obtient le fluorure d'aluminium anhydre en chauffant à siccité un mélange de cryolithe et de sulfate d'aluminium. En lessivant le produit, le sulfate de sodium soluble est entraîné et il reste du fluorure insoluble. On peut aussi attaquer l'alumine hydratée pure ou la bauxite réduite en poudre par l'acide fluorhydrique en solution. Il faut employer dans les fours électriques à aluminium des électrodes en charbon pauvre en cendres, exempt de fer et de silicium. Les anodes graphitiques d'Acheson sont obtenues en utilisant l'anthracite à 6 % de cendres. Beaucoup d'usines se contentent des électrodes ordinaires pilonnées à la main ou tréfilées. On a recours à des formes spéciales (tronc de pyramide) pour limiter l'usure par la réduction des parties émergentes des électrodes, qui pèsent ainsi de 40 à 70 kilos. On emploie de préférence la connexion axiale afin d'éviter l'attaque des organes métalliques par le bain.

On recueille l'aluminium métallique dans des cuves que les ouvriers appellent marmites. Les anodes, suspendues simplement au-dessus des caissons en tôle d'acier de 8 à 10 mil-

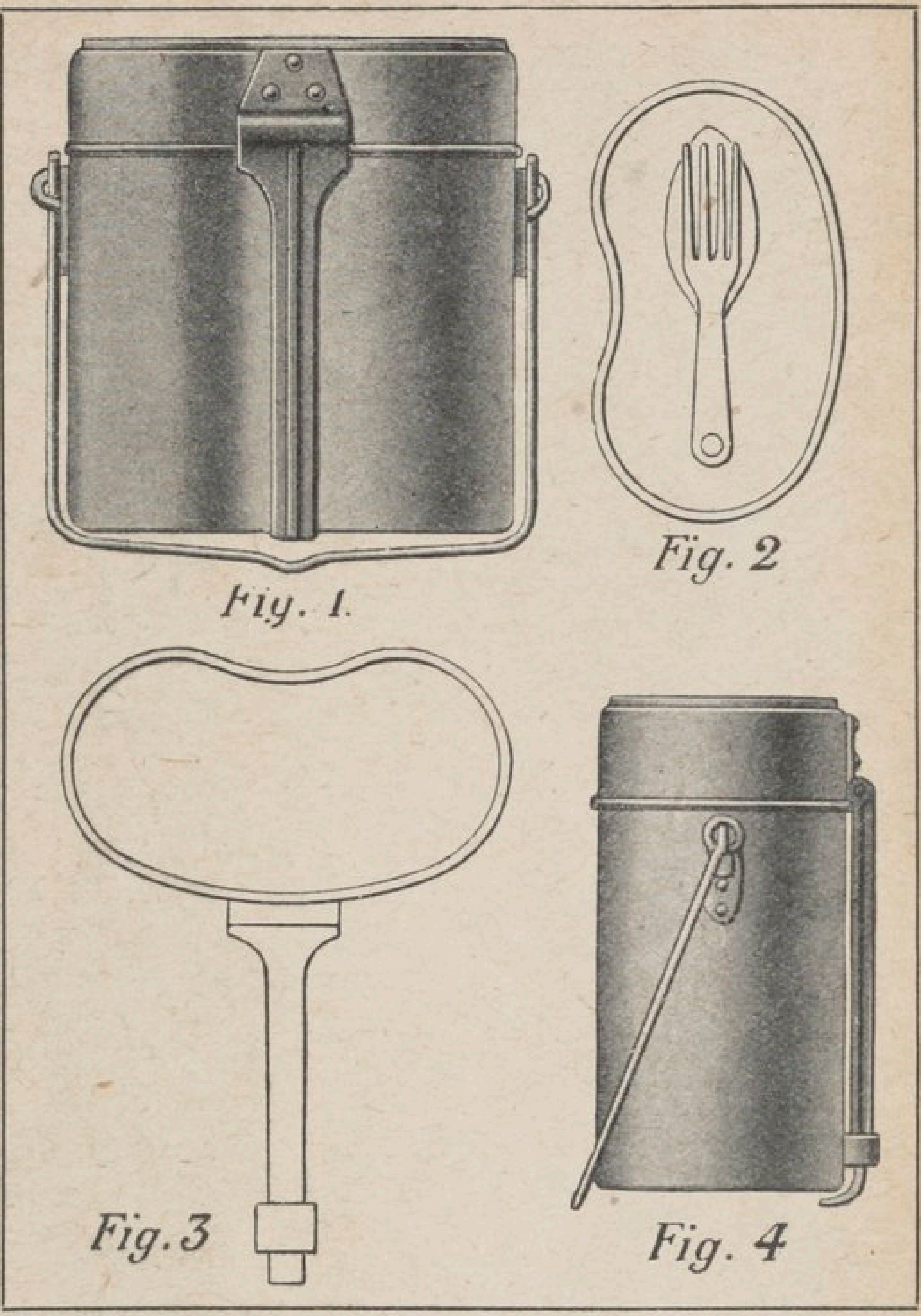
LA NOUVELLE MARMITE-GAMELLE ALLEMANDE

Le corps de la marmite et le couvercle-gamelle sont représentés ici séparés (voir pour l'ensemble la figure page suivante).

limètres d'épaisseur, rectangulaires, et de faible hauteur (0 m. 60 à 0 m. 75), revêtues intérieurement de charbon, ont, en général, 2 mètres à 2 m. 40 de longueur et 1 m. 20 à 1 m. 50 de largeur. Les cuves à fond métallique reposent sur des murettes fixes en briques ou bien peuvent être inclinées au moment de la coulée au moyen d'un vérin. En général, les parois latérales du caisson sont revêtues intérieurement d'un garnissage calorifuge intérieur. La cuve de travail rectangulaire proprement dite, est constituée par un garnissage de charbon compact appliqué sur le fond et contre les parois. La sole de charbon est reliée électriquement au pôle négatif de la dynamo ; l'aluminium se forme contre les parois et le fond de la cuve, qui jouent le rôle de cathode. Le revêtement de charbon ne doit pas présenter de fissures permettant à l'aluminium liquide d'atteindre le garnissage réfractaire ou le caisson métallique et de l'altérer en absorbant du silicium ou du fer.

Les cuves à anodes et cathodes suspendues contiennent de 32 à 40 électrodes disposées sur quatre rangées, dont deux files d'anodes et deux files de cathodes.

L'intensité du courant d'électrolyse varie de 8.000 à 20.000 ampères suivant les dimensions des cuves. L'intensité par décimètre carré d'anode ne dépasse pas 70 à 80 ampères. La chute de tension aux bornes de la cuve oscille généralement entre 7 et 10 volts.



VUES EN ÉLÉVATION ET COUPES DE LA NOUVELLE MARMITE ALLEMANDE EN ALUMINIUM

Ce récipient tient un peu plus de deux litres et pèse 500 grammes. Le couvercle, muni d'un manche repliable (fig. 3 et 4) et pesant 160 grammes, sert de gamelle, tandis que le corps (fig. 1) est utilisé comme marmite. Sur le dessus sont fixées, par un taquet d'aluminium (fig. 2), une fourchette et une cuiller.

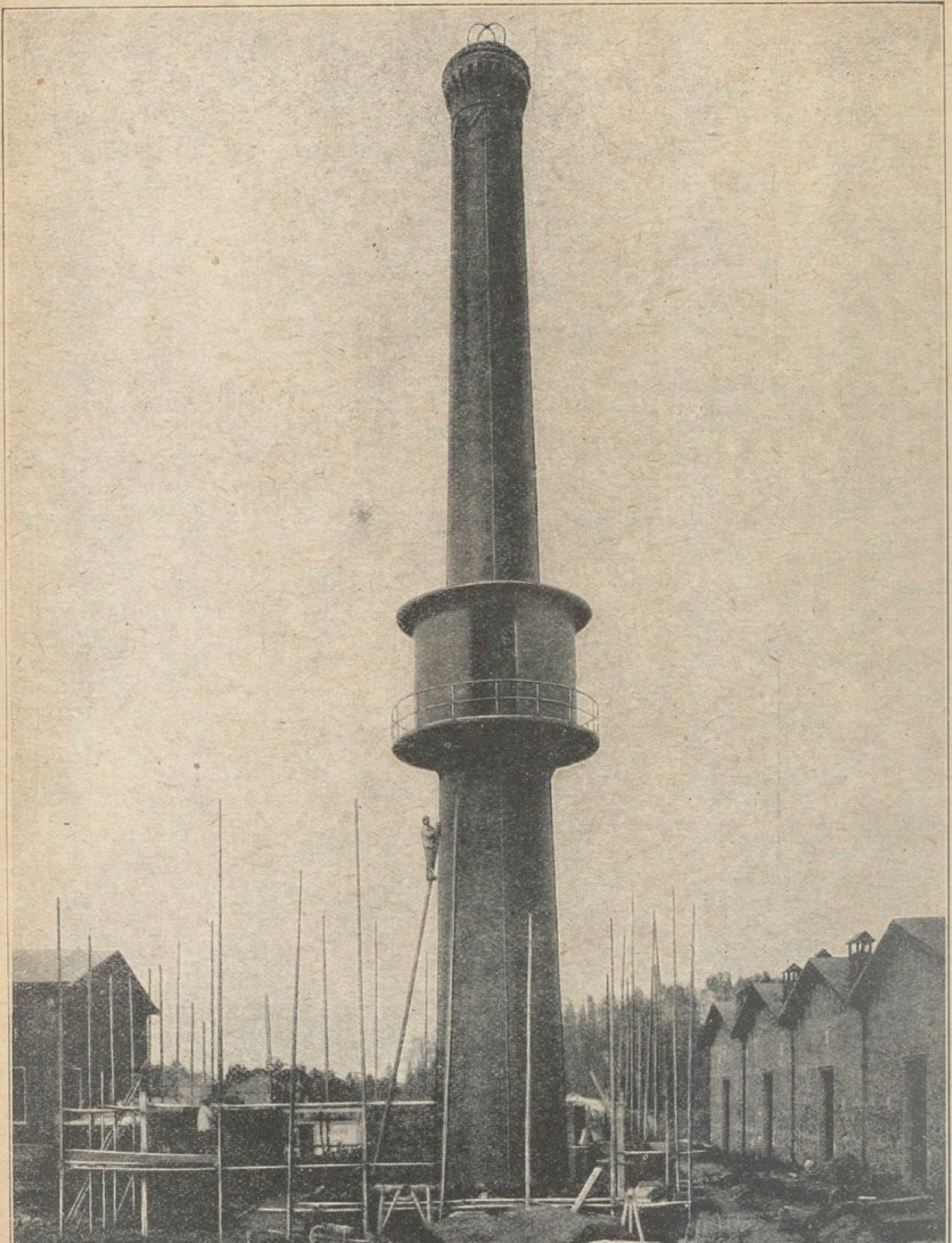
Les usines marchant suivant le procédé Héroult emploient un bain formé de cryolithe, soit pure, soit additionnée d'un peu de fluorure de calcium ou de chlorure de sodium. On ajoute dix à vingt parties d'alumine dissoute pour cent parties d'électrolyte.

Dans les usines employant les formules type Hall, le bain est constitué par un mélange de fluorures contenant environ 36 % de cryolithe, 44 % de fluorure d'aluminium et 20 % de fluorure de calcium.

L'aluminium métallique s'accumule peu à peu au fond de la cuve et l'on coule tous les deux ou trois jours en perçant le trou de coulée après avoir brassé le bain avec un ringard de fer. Pour séparer du métal les parcelles d'électrolytes fondus entraînées avec lui, on liquéfie l'aluminium dans des lingotières en fonte à 98 %. Le métal à 99 et 99 % est plus difficile à obtenir. On dépense environ 120 à 200 grammes de cryolithe et 200 grammes de fluorures de calcium et d'aluminium par kilogramme d'aluminium.

On voit que la métallurgie de l'aluminium comporte une série d'opérations délicates, mais, en résumé, elle est aujourd'hui parfaitement étudiée et le seul perfectionnement désirable serait la possibilité de l'emploi des argiles, qui mettrait à la disposition des industries métallurgiques une quantité pour ainsi dire indéfinie de minerais.

CHARLES LORDIER



CHEMINÉE D'USINE ENTIÈREMENT CONSTRUITE EN MAÇONNERIE DE BRIQUES

L'originalité de cette cheminée monumentale consiste dans ce fait qu'elle porte, au tiers inférieur de sa hauteur, un réservoir circulaire en tôle pouvant contenir 100 mètres cubes d'eau.

LES PROGRÈS DANS LA CONSTRUCTION DES CHEMINÉES D'USINES

Par Paul BARATON

Comment les cheminées d'usine, si longues, si minces, et d'apparence si fragiles peuvent-elles résister victorieusement aux tempêtes? Pourquoi les construit-on si élevées et les pousse-t-on jusqu'à des hauteurs qui atteignent trois et quatre fois celles de nos plus grands immeubles, comme en témoignent, par exemple, les cheminées que la Société de l'Ouest-Lumière a fait édifier au-dessus de son usine de Puteaux et qui mesurent 90 mètres de hauteur ? Il est certain que des règles extrêmement sévères président à la construction de ces édifices.

La hauteur d'une cheminée dépend du rôle qu'elle aura à jouer, de l'importance du foyer dont elle doit assurer le tirage, de la quantité de charbon dont il lui faudra activer la combustion. Cette hauteur est déterminée par maintes particularités de destination et de lieu dont les principales sont les suivantes :

1° On donne aux cheminées une hauteur appropriée au diamètre. L'augmentation de hauteur est, dans ce cas, non seulement due à une question d'esthétique, mais à ce fait qu'une cheminée à grand diamètre dessert divers appareils, éloignés souvent les uns des autres et de la cheminée elle-même, ce qui oblige, pour vaincre les résistances, à augmenter la dépression. Or, c'est la hauteur qui produit cette dépression indispensable au tirage ;

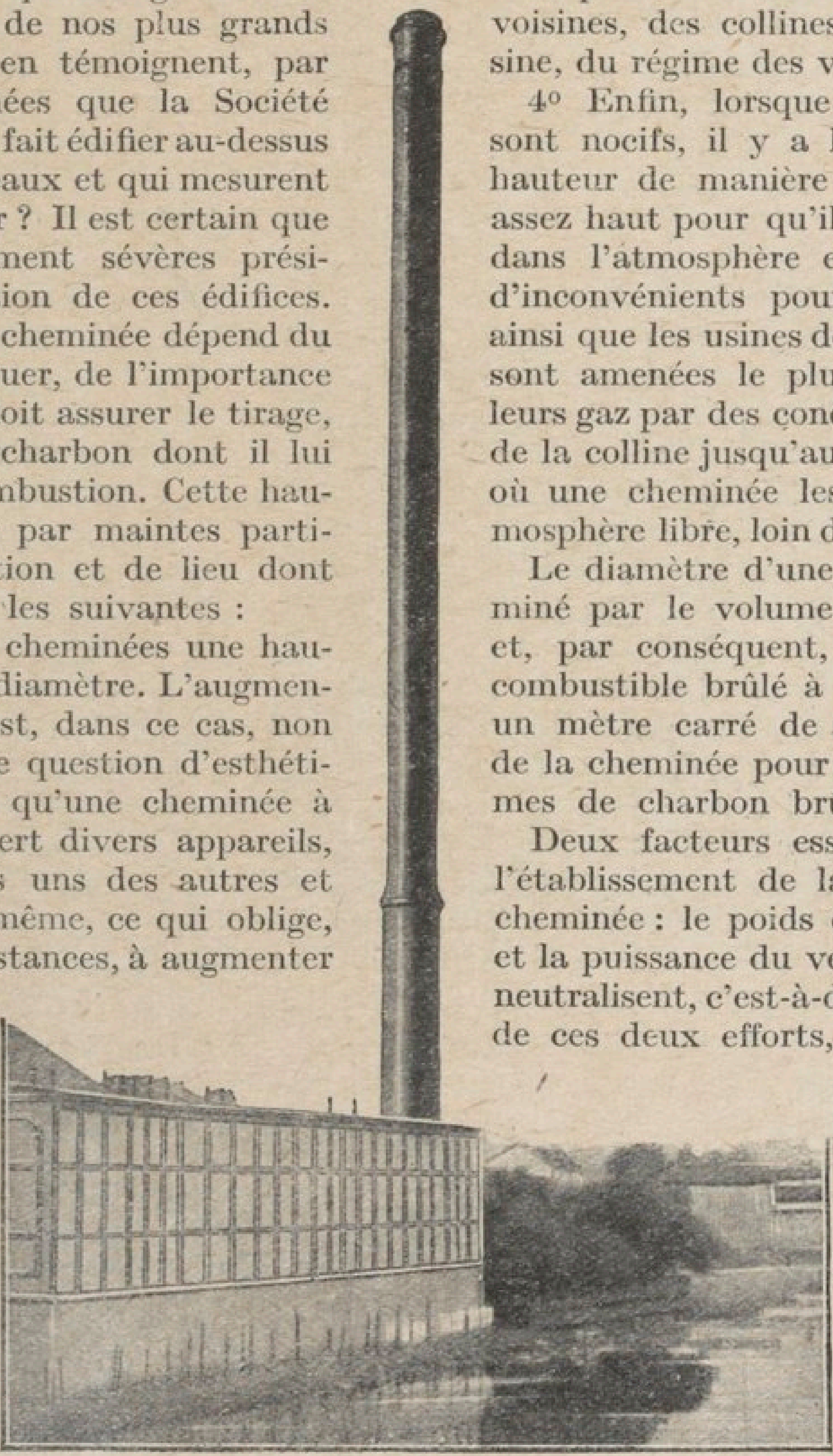
2° On est amené à augmenter aussi la hauteur d'une cheminée, d'un diamètre même réduit, dans le cas où les appareils à desservir offrent une grande résistance. Ainsi, une cheminée établie pour desservir un générateur ne sera plus suffisante si on interpose, entre ce générateur et la cheminée, un réchauffeur et un économiseur ;

3° La hauteur d'une cheminée peut être déterminée par l'emplacement qu'elle occupe et dépendre de la hauteur des maisons voisines, des collines qui entourent l'usine, du régime des vents régnant ;

4° Enfin, lorsque les gaz à évacuer sont nocifs, il y a lieu d'augmenter la hauteur de manière à évacuer ces gaz assez haut pour qu'ils puissent se diluer dans l'atmosphère et ne pas présenter d'inconvénients pour le voisinage. C'est ainsi que les usines de produits chimiques sont amenées le plus souvent à diriger leurs gaz par des conduits courant le long de la colline jusqu'au sommet de celle-ci, où une cheminée les évacue dans l'atmosphère libre, loin de tout centre habité.

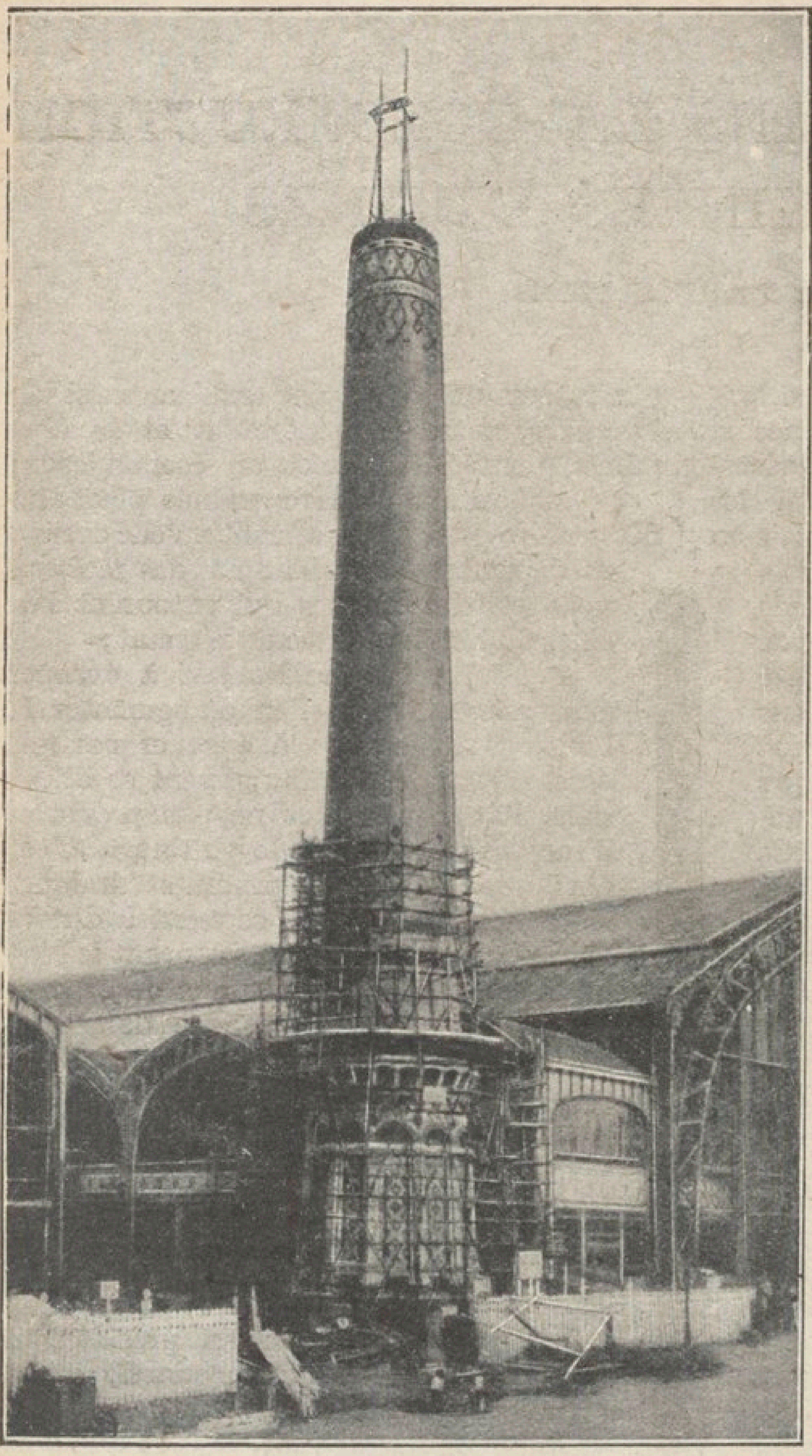
Le diamètre d'une cheminée est déterminé par le volume de gaz à évacuer et, par conséquent, par la quantité de combustible brûlé à l'heure. On compte un mètre carré de section à l'intérieur de la cheminée pour 400 à 500 kilogrammes de charbon brûlé à l'heure.

Deux facteurs essentiels président à l'établissement de la maçonnerie d'une cheminée : le poids de cette maçonnerie et la puissance du vent. Il faut qu'ils se neutralisent, c'est-à-dire que la résultante de ces deux efforts, qui se produisent perpendiculairement l'un à l'autre, constitue, du haut en bas de la cheminée, une sorte de ligne-limite se confondant presque avec l'axe même de la cheminée, de telle façon qu'il n'y ait, en aucun point, effort de traction dans la maçonnerie. Pour préciser, il faut que



CHEMINÉE EN CIMENT ARMÉ, MONOLITHE

Cette cheminée, construite pour la Centrale d'électricité de Limoges, a 70 mètres de haut; son diamètre intérieur au sommet est de 2 m. 50.



CHEMINÉE MONUMENTALE QUI FIGURAIT A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

Cette cheminée, construite en maçonnerie de briques par M. M. Troisoul-Fradet, mesurait 80 mètres de haut et son diamètre était de 3 m. 50. On voit en haut l'échafaudage servant à élever les matériaux par l'intérieur de la cheminée.

le poids de cette maçonnerie donne à l'édifice une telle solidité sur sa base, qu'il suffise à contrebalancer, de façon efficace et permanente, les efforts du plus grand vent.

C'est pourquoi on a donné aux cheminées d'usine cette forme conique, que les gens du métier appellent « fruit », et qui lui permet de résister aux poussées latérales, de même que les murs de soutènement sont construits beaucoup plus épais à la base qu'au couronnement, afin de résister à l'effort continu des masses de terre ou d'eau qu'ils sont chargés de contenir.

Plus la cheminée sera haute, plus ses fondations devront être profondes et solides pour pouvoir supporter le poids de l'embase et du fût. Les conditions, d'ailleurs, auxquelles est soumise l'édification d'une cheminée sont assez nombreuses, et voici les principales questions qu'aura à se poser le constructeur avant de commencer son étude : quelle sera la hauteur de la cheminée au-dessus du sol définitif, le diamètre intérieur au sommet ? à quelle profondeur trouvera-t-on le bon terrain sur lequel seront posées les fondations ; la nature de ce terrain; la pression qu'on peut lui imposer par centimètre carré ? si on constate l'existence d'une nappe aquifère, quel est son niveau minimum et maximum ; quelles sont les dimensions, dispositions et sections des carneaux ou des conduites ; quelle est la température des gaz émis ; leur état, acidité, humidité, etc. ; quel système de chaudière emploiera-t-on, avec ou sans réchauffeur ; la surface de la grille et de la chauffe ; la consommation totale de charbon à l'heure ? Que d'éléments d'erreurs possibles se glissent ainsi dans le problème des cheminées d'usines !

La construction se fait de l'intérieur, les ouvriers établissant, à hauteur de travail, un plancher qu'ils déplacent et montent au fur et à mesure des besoins. Pour accéder à ce plancher de travail, on dispose à l'intérieur des échelons en fer à raison de trois par mètre, échelons qui serviront par la suite à la visite de la cheminée et aux réparations. Le transport des matériaux se fait également par l'intérieur, à l'aide d'un câble actionné par un treuil. Si l'on songe que certaines cheminées mesurent jusqu'à 3 m. 50 de diamètre intérieur, on conçoit que la manutention et le travail y sont relativement aisés.

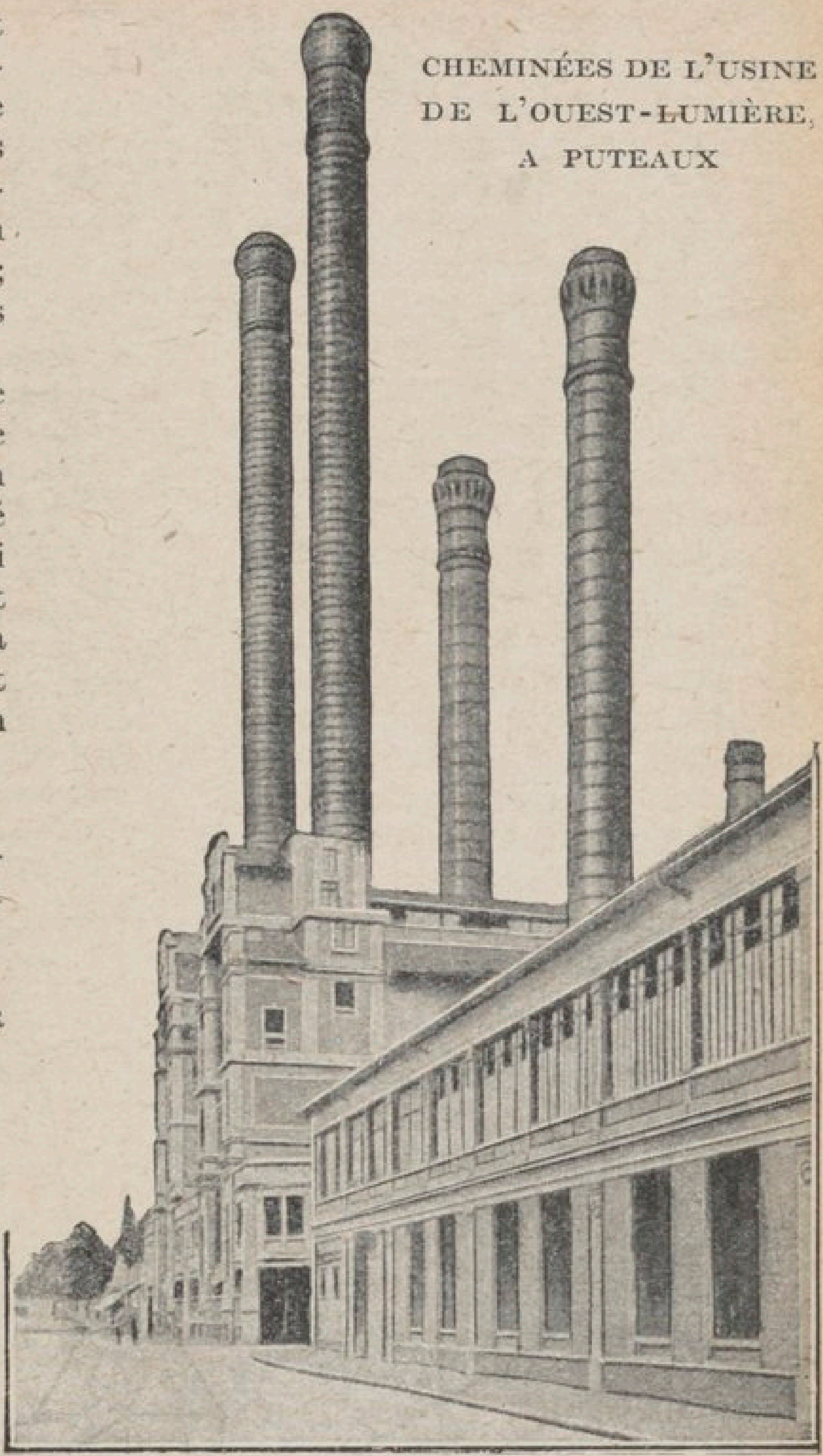
Mais le poids total d'une cheminée de dimensions un peu importantes est tel que les difficultés de fondation sont grandes et le deviennent d'autant plus que, généralement, les usines se construisent sur des terrains de faible valeur, près des fleuves

ou dans les ports où le terrain n'a souvent qu'une consistance médiocre. L'établissement de ces fondations entre pour une grande part dans le prix souvent élevé des cheminées en maçonnerie de briques. On a voulu remplacer celle-ci par la tôle ; mais l'entretien des tubes métalliques est plus difficile ; la rouille, surtout au bord de la mer, les met assez rapidement hors de service.

C'est alors qu'on a songé à employer le béton armé, qui permet une plus grande résistance aux efforts mécaniques sous un bien moindre poids. Comme la stabilité peut être obtenue avec une sécurité aussi grande qu'on peut le désirer en donnant simplement une surface suffisante à la semelle de béton dans laquelle le fût est enraciné, on arrive à réduire au minimum la charge sur les fondations et, par suite, la dépense d'établissement correspondante.

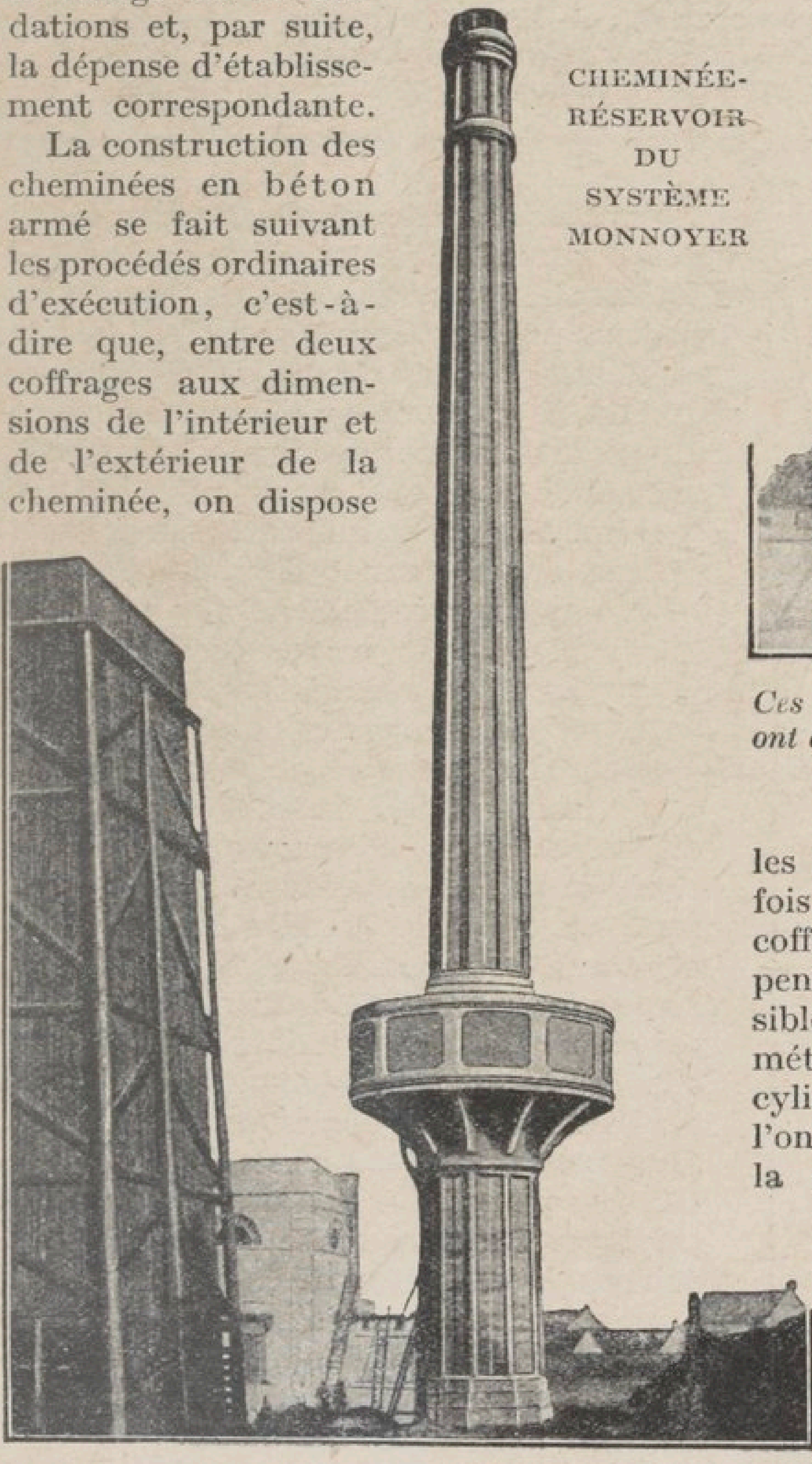
La construction des cheminées en béton armé se fait suivant les procédés ordinaires d'exécution, c'est-à-dire que, entre deux coffrages aux dimensions de l'intérieur et de l'extérieur de la cheminée, on dispose les armatures et on coule le béton qui, une fois sec, constitue un véritable monolithe. Ces coffrages sont, à eux seuls, la plus grosse dépense, bien qu'on les économise le plus possible ; on a, à cet effet, imaginé des manchons métalliques composés de deux parties demi-cylindriques réunies par des charnières, que l'on déplace au fur et à mesure que s'élève la construction. Mais ce procédé donne au fût une forme rigoureusement cylindrique, caractéristique de ces sortes de cheminées. Deux spécimens intéressants de ces monolithes sont la cheminée de la Centrale d'électricité de Limoges, qui mesure 70 mètres, et celles de l'Ouest-Lumière, à Puteaux, qui montent jusqu'à 90 mètres au-dessus du sol. On remarque sur ces dernières les traces annulaires des manchons de coffrage

CHEMINÉES DE L'USINE DE L'OUEST-LUMIÈRE, A PUTEAUX



Ces cheminées mesurent 90 mètres de hauteur; elles ont conservé la trace des manchons qui ont servi de coffrage pour disposer le ciment armé.

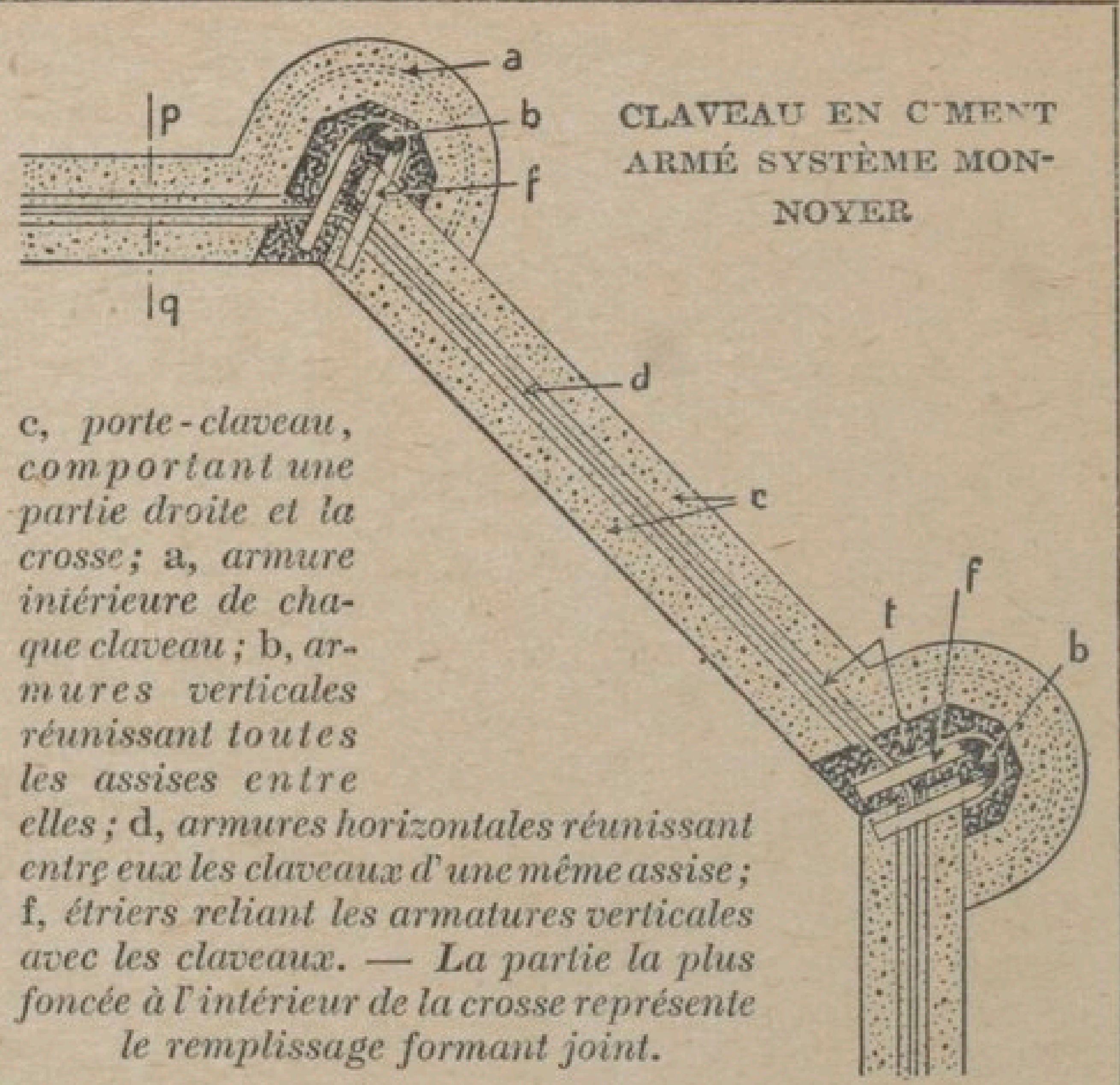
CHEMINÉE-RÉSERVOIR DU SYSTÈME MONNOYER



Les arêtes ou saillies qui se profilent sur toute la hauteur de cette cheminée, qui a 50 mètres d'élévation, sont formées par les crosses des claveaux.

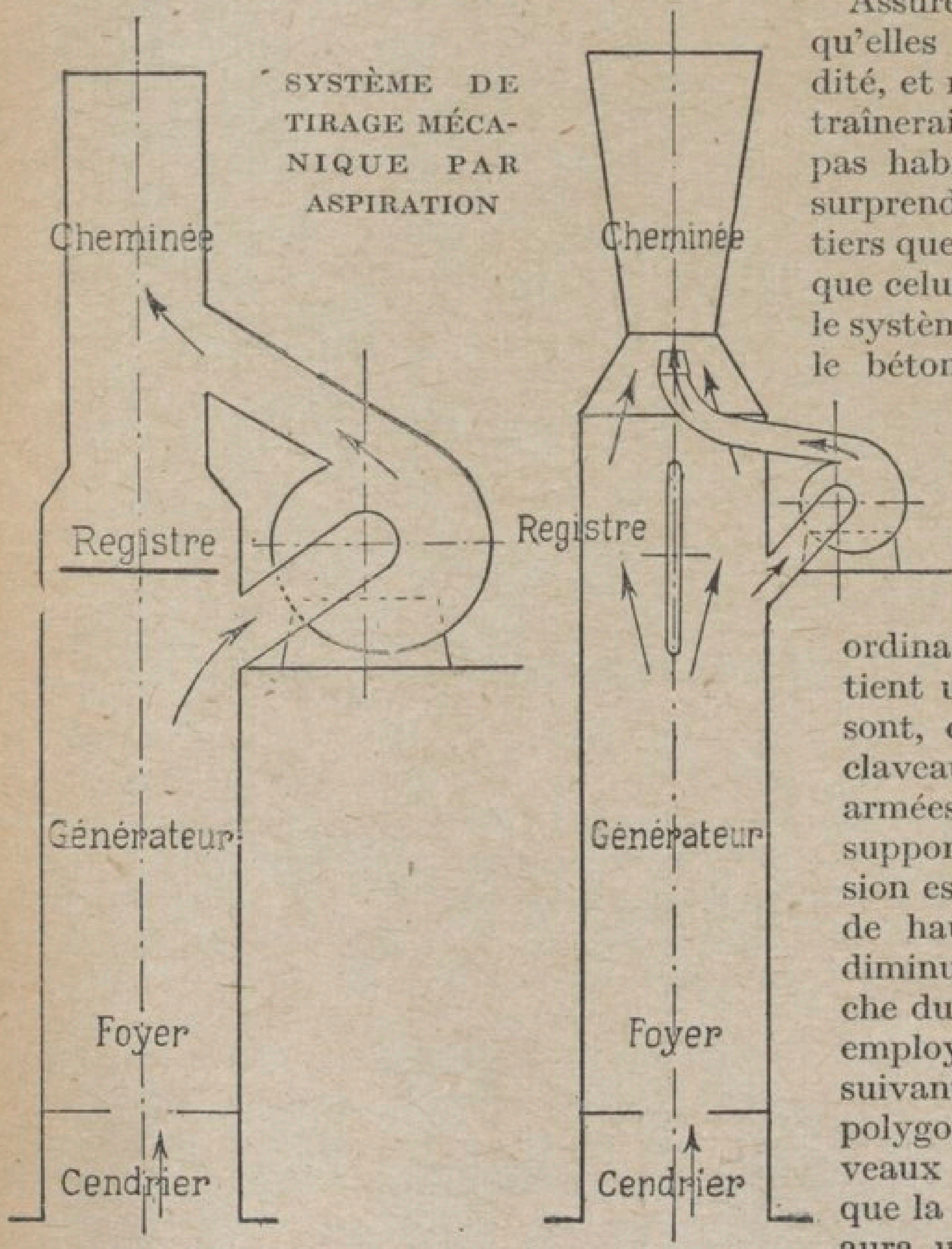
qui indiquent d'une façon très précise le mode de construction.

La construction en béton armé, à égalité de volume, ne coûte pas tout à fait le double de la construction en briques, mais, grâce à la liaison réalisée par les armatures métalliques longitudinales, on peut obtenir la stabilité au vent avec un poids qui n'atteint pas la moitié de celui de la cheminée en briques. Car, d'une part, à égalité de résistance, le moment de stabilité serait sensiblement double par le fait que la construction peut résister à l'extension, et, d'autre part, dans une construction en béton armé, on peut admettre sans danger des pressions au centimètre carré supérieures à celles qu'on admet dans les constructions en briques. Grâce à la diminution sensible du poids de l'ensemble, on peut, en outre, réduire la fondation.



CLAVEAU EN CIMENT ARMÉ SYSTÈME MONNOYER

c, *porte-claveau, comportant une partie droite et la crosse;* a, *armure intérieure de chaque claveau ;* b, *armures verticales réunissant toutes les assises entre elles ;* d, *armures horizontales réunissant entre eux les claveaux d'une même assise ;* f, *étriers reliant les armatures verticales avec les claveaux. — La partie la plus foncée à l'intérieur de la crosse représente le remplissage formant joint.*



SYSTÈME DE TIRAGE MÉCANIQUE PAR ASPIRATION

Le schéma de gauche montre un dispositif de tirage aspiré direct exigeant la fermeture du registre; celui de droite représente le tirage Prat, qui laisse le registre ouvert et permet d'utiliser le tirage naturel.

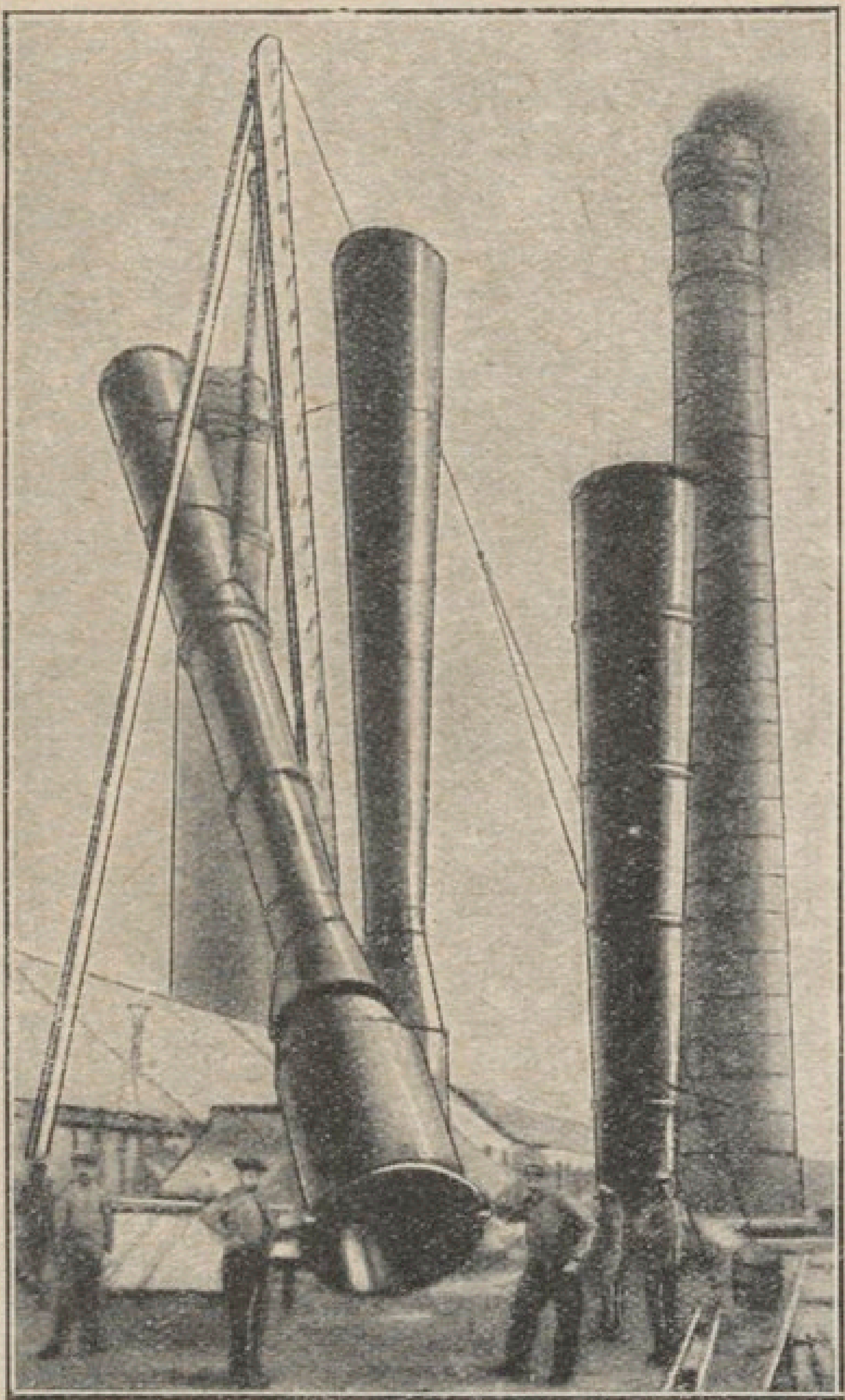
Assurément, ces cheminées, quelque faibles qu'elles paraissent, sont d'une grande solidité, et même une dénivellation du sol n'entraînerait pas leur chute ; mais l'œil ne s'est pas habitué à cette forme cylindrique qui surprend à ce point qu'on croirait volontiers que le diamètre supérieur est plus grand que celui de la base. Il est un autre procédé, le système Monnoyer, qui, tout en employant le béton armé, permet d'exécuter un fût ayant la conicité admise avec l'emploi de la brique et aussi, autre avantage plus sérieux, de se passer d'échafaudage et de coffrage.

La fondation et le soubassement sont édifiés suivant la pratique ordinaire, mais la construction du fût tient un peu du procédé de la brique. Ce sont, en effet, de grandes briques, dites claveaux, moulées d'avance en béton et armées intérieurement de manière à pouvoir supporter les manipulations. Leur dimension est de 1 m. 35 de longueur sur 0 m. 26 de hauteur; leur épaisseur est variable, diminuant au fur et à mesure qu'on approche du sommet. Le nombre des claveaux, employés à chaque assise, varie également suivant le diamètre de la cheminée. Le polygone formé par l'assemblage des claveaux comportera d'autant plus de côtés que la cheminée que l'on désire construire aura un plus grand périmètre.

Ces claveaux ont une forme spéciale. Ils portent à une extrémité une tête saillante, sorte de crosse demi-cylindrique

évidée intérieurement en forme de crochet, qui, en se superposant à celle du claveau de l'assise subjacente, réalise une nervure continue de la base au sommet du fût. Dans cette crosse évidée s'engage plus ou moins l'extrémité du claveau voisin, de telle sorte que, avec des claveaux de même dimension, il est possible de réduire peu à peu le périmètre de l'assise et de donner au fût la conicité cherchée.

Dans l'évidement des crosses, on vient loger les barres d'acier verticales qui formeront l'ossature du fût, et on coule le béton au fur et à mesure que monte la construction. Ce béton est pilonné à l'intérieur de la crosse comme dans un véritable coffrage; on réalise ainsi pratiquement le monolithisme du fût ou tout au moins de l'ossature. Chaque claveau porte sur sa face supérieure une rainure destinée à recevoir des armatures horizontales formant frettes et noyées dans le joint; en outre, des étriers complètent la liaison des armatures verticales avec l'ensemble.



MONTAGE ET MISE EN PLACE D'UNE CHEMINÉE EN TÔLE

Comme pour les cheminées en maçonnerie de briques, le montage est effectué par des ouvriers placés à l'intérieur, sur une plateforme qui s'appuie sur les claveaux mêmes, ce qui évite toute espèce d'échafaudage.

Certaines de ces cheminées, construites d'après le système Monnoyer, comportent des réservoirs d'eau placés en couronne à une certaine hauteur, comme, par exemple, celle de la Compagnie Thomson-Houston, à Châteauroux, qui, mesurant 50 mètres de hauteur, porte, à 15 mètres au dessus du sol, un réservoir de 100 mètres cubes. Cela évite un château d'eau séparé.

Sur les cheminées en briques, on peut également disposer un réservoir d'eau ; il est alors fait en tôle et se place comme un anneau que supportent des crampons de fer.

Tels sont les détails de construction qui incombent à l'architecte. Reste à examiner ceux qui sont du domaine du fumiste. Le but d'une cheminée, que ce soit celle de la cuisine, de la chambre à coucher ou de l'usine, est de créer un appel d'air qui activera la combustion du charbon ou du bois dans le foyer. L'air chaud, plus léger que l'air froid, — voyez les montgolfières, — s'élèvera dans le tuyau de la cheminée et établira un courant d'air dont le point de départ sera au-dessus de la grille du foyer, qui passera à travers le charbon en ignition et s'échappera dans l'atmosphère par la voie qu'on lui a ménagé : la cheminée.

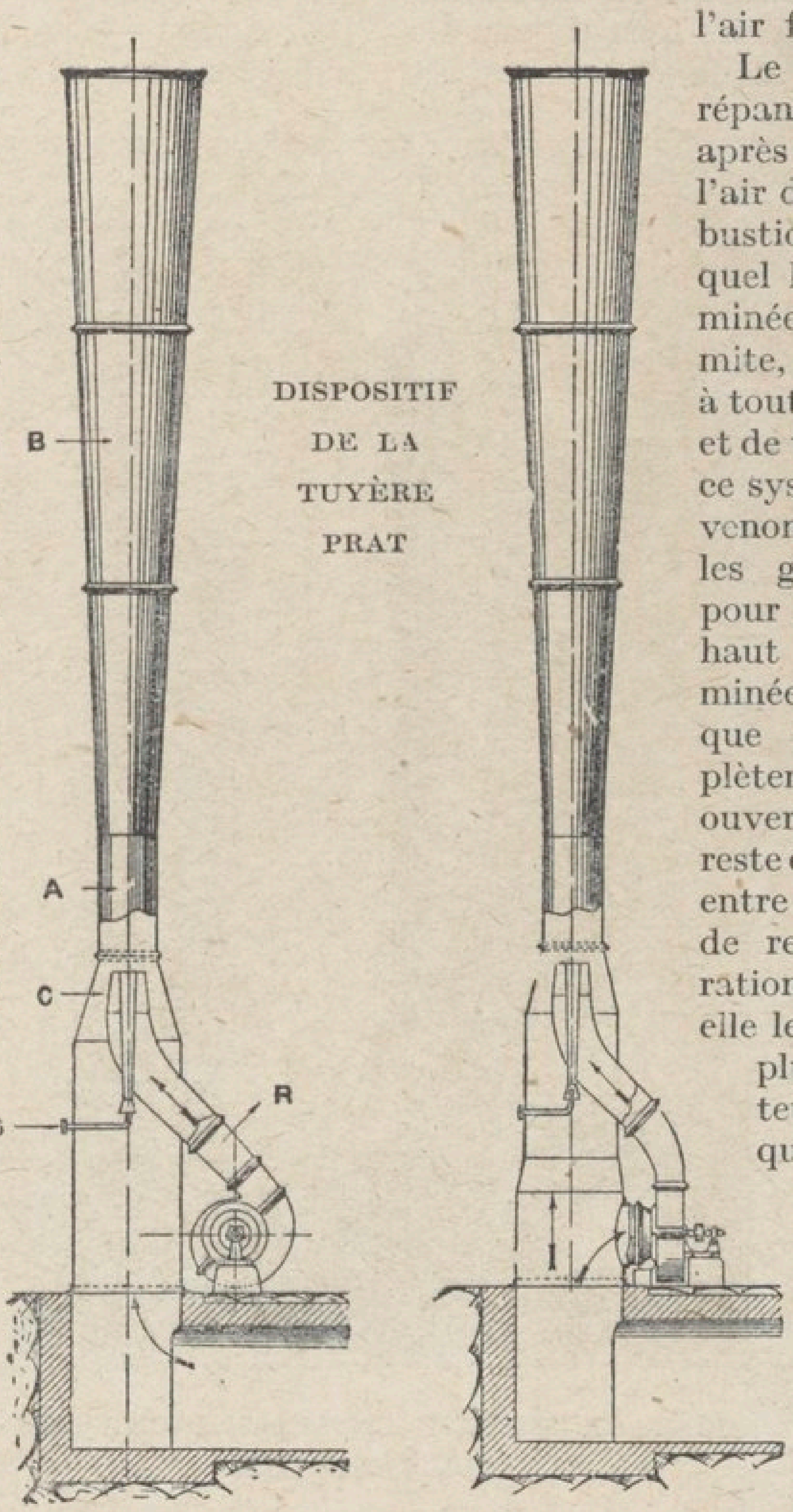
C'est la loi du tirage naturel, tirage qui, industriellement, est d'un rendement déplorable. Théoriquement, 1 kilogramme de charbon nécessite 9 mètres cubes d'air pour que sa combustion soit complète. L'oxygène de cet air, en présence du charbon, se transforme en acide carbonique ; mais, comme la combustion n'est jamais parfaite, il y a toujours excès d'air et, pratiquement, c'est 16 ou 17 mètres cubes qu'il faut compter au lieu de 9. Il suffit pour cela que l'épaisseur de la couche de charbon sur la grille ne soit pas uniforme ; l'air y pourra passer trop aisément et n'activera pas, comme il le devrait, la combustion. La chaleur, dans la cheminée, sera trop faible, le tirage s'en ressentira. La température, l'état de l'atmosphère seront encore des raisons pour faire varier la dépression, nuisant ainsi au rendement. Celui-ci, entre deux saisons, de l'hiver à l'été, peut varier de 40 %.

Le tirage se mesure à l'aide d'un manomètre à eau disposé à la base de la cheminée. Ce manomètre se compose d'un tube courbé en forme d'U, dont une branche pénètre dans l'intérieur de la cheminée et l'autre reste à l'air libre. L'eau contenue dans ce tube est donc soumise à deux pressions différentes,

celle de l'air ambiant au dehors, celle de l'air chaud à l'intérieur. Ce dernier, qui atteint des températures allant jusqu'à 220 degrés, est beaucoup plus léger que l'autre ; il laissera donc s'élever la colonne d'eau sur laquelle s'exerce sa pression et il se produira ainsi une différence plus ou moins sensible de niveau dans les branches du manomètre. C'est d'après cette différence, qui se mesure en millimètres, que l'on établit exactement le tirage d'une cheminée.

En outre, dans les usines où les chaudières et les grilles sont nombreuses, il faut souvent conduire les gaz assez loin du foyer pour les amener dans la cheminée unique. Les carneaux en maçonnerie par lesquels passent ces gaz, non seulement les refroidissent, mais laissent pénétrer par leurs fissures inévitables une addition d'air froid qui diminuera encore la chaleur nécessaire au bon tirage. Comme conséquence, dépense inutile d'une trop grande quantité de combustible pour obtenir une vapeur dont le prix de revient est alors trop élevé. En industrie, le premier but à atteindre étant l'économie, on a donc cherché, par des moyens divers, en majorité mécaniques, à obtenir un tirage beaucoup plus régulier et, par conséquent, sensiblement moins onéreux.

On a installé des souffleries à vapeur qui consistent à envoyer dans la cheminée de la vapeur empruntée à la chaudière. Ces souffleries, qui consomment environ 6 à 8 % de la vapeur produite, sont encore d'un faible rendement. Elles ont aussi l'inconvénient de produire des trous dans le feu, d'entraîner du poussier dans les faisceaux tubulaires, ce qui accroît les difficultés de décrassage.



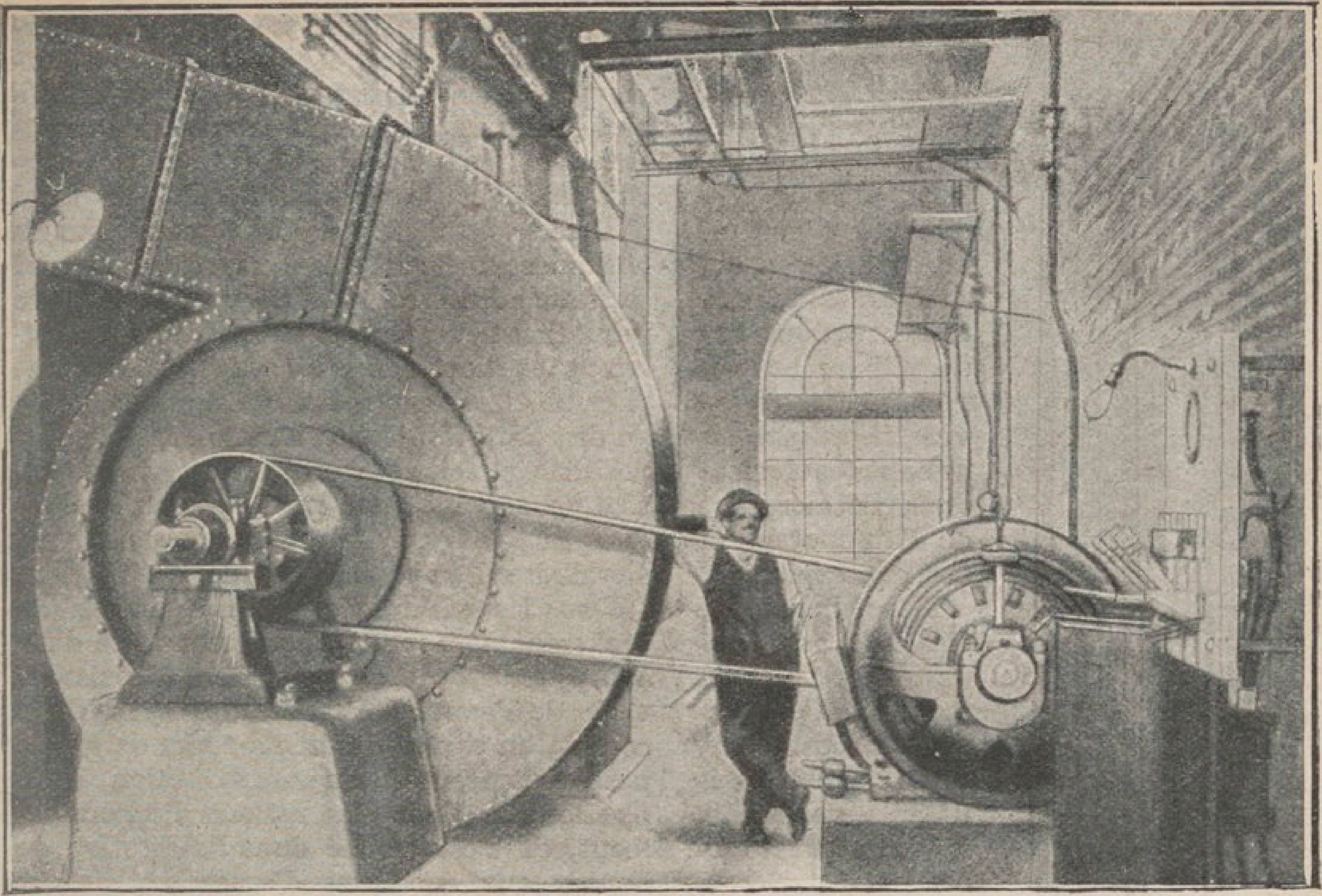
C, *partie conique où convergent les gaz du foyer ;* A, *chambre de détente ;* B, *tube diffuseur ;* R, *souffleur ;* S, *éjecteur à vapeur.* — *Au gauche, le ventilateur envoie de l'air froid pris au dehors ; à droite, le ventilateur envoie des gaz chauds pris au foyer.*

Les procédés purement mécaniques, à l'aide de ventilateurs, sont aujourd'hui les seuls employés. Le ventilateur s'emploie de différentes façons, notamment par aspiration ou par insufflation. Le tirage par insufflation ou tirage forcé place le ventilateur immédiatement avant la grille et envoie de l'air froid pris à l'extérieur.

Le tirage aspiré, le plus répandu, place le ventilateur après le foyer et envoie de l'air déjà chauffé par la combustion. Ce tirage, avec lequel la dépression à la cheminée ne connaît pas de limite, est seul à satisfaire, à toute allure de combustion et de vaporisation. Mais avec ce système qui, comme nous venons de le dire, prend les gaz dans la cheminée pour les rendre un peu plus haut dans cette même cheminée, il est indispensable que le registre soit complètement fermé ; s'il reste ouvert, si la communication reste établie dans la cheminée entre les points de prise et de rentrée des gaz, l'aspiration du bas rappellera à elle les gaz renvoyés un peu plus haut, et le ventilateur travaillera en quelque sorte en court-circuit. Le registre étant fermé, il faudra donc faire passer la totalité des gaz dans le ventilateur, d'où encombrement énorme. Si l'on veut employer un ventilateur plus restreint, on accroît d'autant les résistances.

L'analyse succincte de toutes ces critiques nous amène à parler du système L. Prat, un des derniers venus, né à la suite d'expériences faites en 1892 pour évacuer, dans les poudreries nationales, les vapeurs acides provenant de la nitration du coton. Ce procédé de tirage mécanique emploie également le ventilateur, mais la cheminée elle-même a des dispositifs particuliers et une forme toute spéciale.

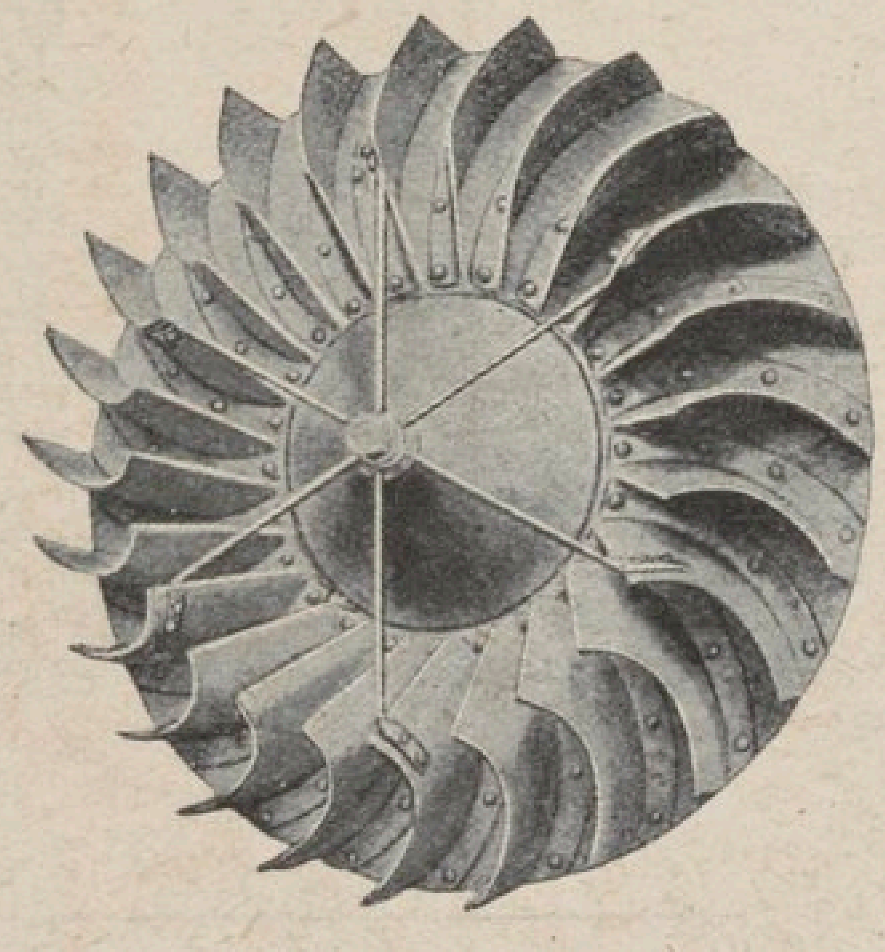
Son inventeur explique que ce tirage, qu'il a baptisé du nom d'induit, se distingue des



VENTILATEUR DE CHEMINÉE D'USINE ACTIONNÉ PAR UNE DYNAMO

Il est possible de faire varier à volonté la vitesse du ventilateur de façon à obtenir la dépression exacte correspondant à l'allure demandée.

modes précédents en ceci, que, tout d'abord, le registre n'a plus sa raison d'être et, par là même, sa manœuvre — indispensable dans le système aspiré lorsqu'on passe de la marche à tirage naturel à celle à tirage artificiel ou *vice versa* — est supprimée ; en outre, la cheminée est franchement divergente, et la résistance du circuit n'ayant que peu ou pas changé, on obtient le maximum d'utilisation du tirage naturel gratuit représenté par les calories évacuées à la cheminée (fig. page 284).

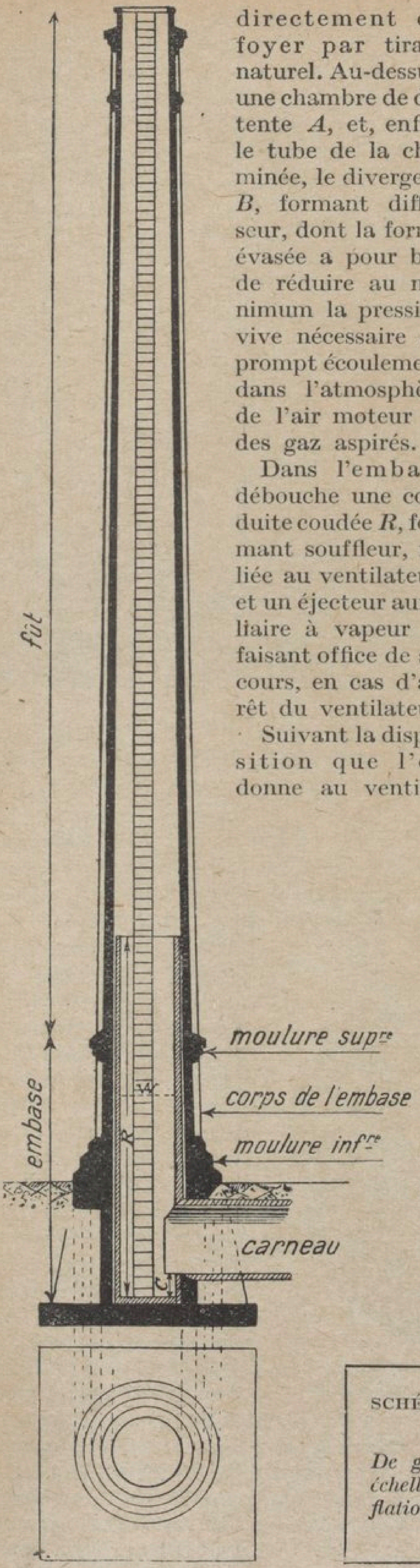


LA TURBINE DU VENTILATEUR

Ceci résulte du fait que l'intercalation du transformateur de pression dans le circuit ne provoque qu'une augmentation insignifiante de la résistance (10 %), alors que l'intercalation d'un ventilateur aspirant apporte un supplément de résistance presque toujours plus important que le tirage naturel dont on dispose.

D'autre part, une très faible fraction seulement du volume de gaz total traverse le ventilateur qui lui communique une pression vive adéquate, double raison qui conduit à des ventilateurs peu encombrants. Cette pression vive est utilisée comme jet pulseur dans un éjecteur pour créer le complément de dépression nécessaire à l'appel des gaz, d'où le nom de transformateur de pression donné à la cheminée Prat. En somme, la puissance à fournir ne consiste plus ici qu'en une simple accélération du tirage naturel, laquelle est autovariable entre de certaines limites, et le ventilateur, travaillant sur un orifice réduit, peut être choisi pour correspondre au rendement maximum.

L'ensemble se compose d'une embase en maçonnerie relativement légère, car elle a peu de poids à supporter. Cette embase se termine, dans sa partie supérieure, par une partie conique *C* où convergent les gaz venant



directement du foyer par tirage naturel. Au-dessus, une chambre de détente *A*, et, enfin, le tube de la cheminée, le divergent *B*, formant diffuseur, dont la forme évasée a pour but de réduire au minimum la pression vive nécessaire au prompt écoulement dans l'atmosphère de l'air moteur et des gaz aspirés.

Dans l'embase débouche une conduite coudée *R*, formant souffleur, reliée au ventilateur, et un éjecteur auxiliaire à vapeur *S*, faisant office de secours, en cas d'arrêt du ventilateur.

Suivant la disposition que l'on donne au ventilateur, celui-ci peut envoyer dans le convergent *C*, soit de l'air froid emprunté à l'atmosphère, soit des gaz chauds empruntés aux carneaux. Dans le premier cas, le ventilateur est complètement en dehors du circuit des gaz, mais l'addition d'air froid abaisse la température des fumées dans la cheminée et l'utilisation du tirage naturel se trouve diminuée dans la proportion de ce refroidissement. Dans le second cas, le ventilateur fonctionne dans les gaz chauds comme dans un tirage aspiré ordinaire ; mais, grâce au dispositif d'injection annulo-centrale, dispositif ingénieux qui projette les gaz du ventilateur suivant l'axe même de la cheminée dans sa partie conique, aucun remous n'est à craindre dans la chambre de distribution.

Dans les grilles mécaniques à chaînes, on a cherché à proportionner la quantité d'air à la quantité de charbon, dont l'épaisseur varie de l'avant à l'arrière du foyer. Dans ce but, on a créé différents types de grilles possédant toutes une distribution d'air fractionnée. Pour des raisons d'encombrement, on s'est trouvé dans l'obligation de donner aux conduites d'amenée d'air des sections très faibles, d'où une résistance qu'il fallut vaincre par un soufflage dont la pression utile est juste suffisante pour surmonter la résistance de la couche de charbon

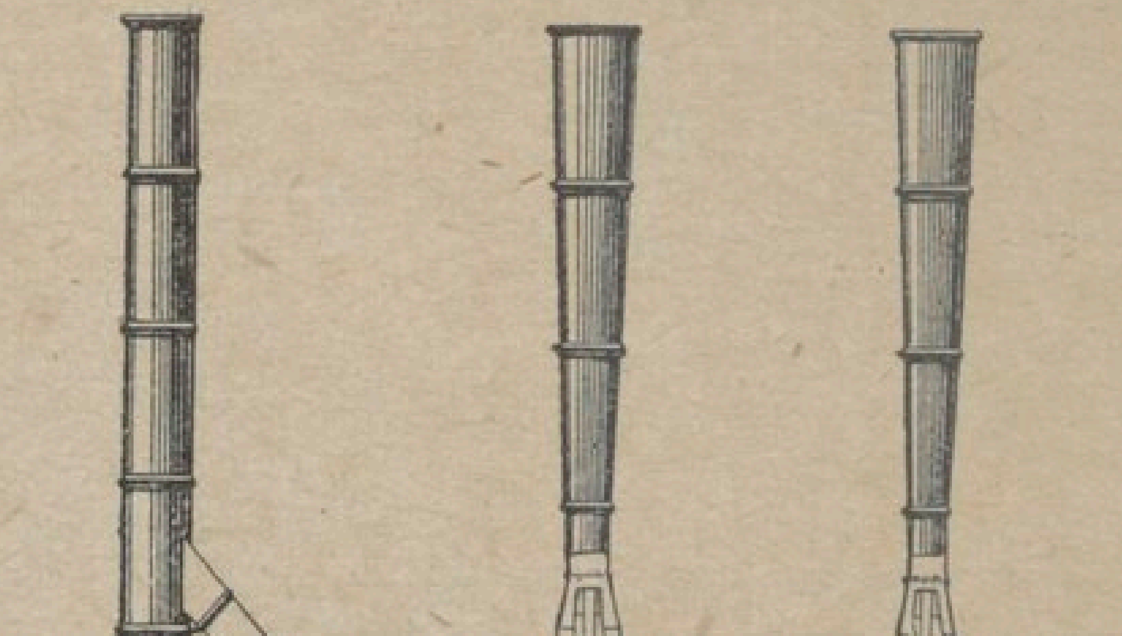


SCHÉMA MONTRANT LES ENCOMBREMENTS RESPECTIFS DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TIRAGE

De gauche à droite : cheminée en maçonnerie avec son échelle intérieure ; cheminée en tôle avec tirage par insufflation ; cheminée Prat avec tirage aspiré froid ; cheminée Prat avec tirage aspiré chaud.

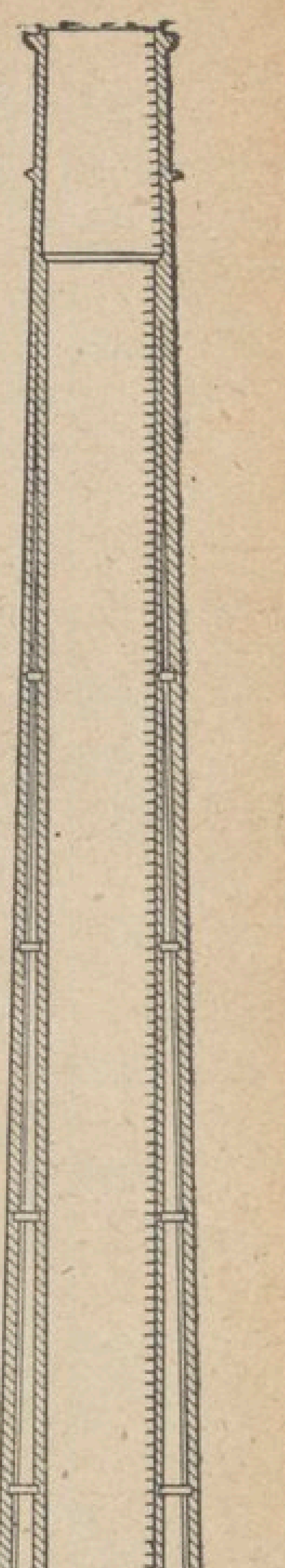
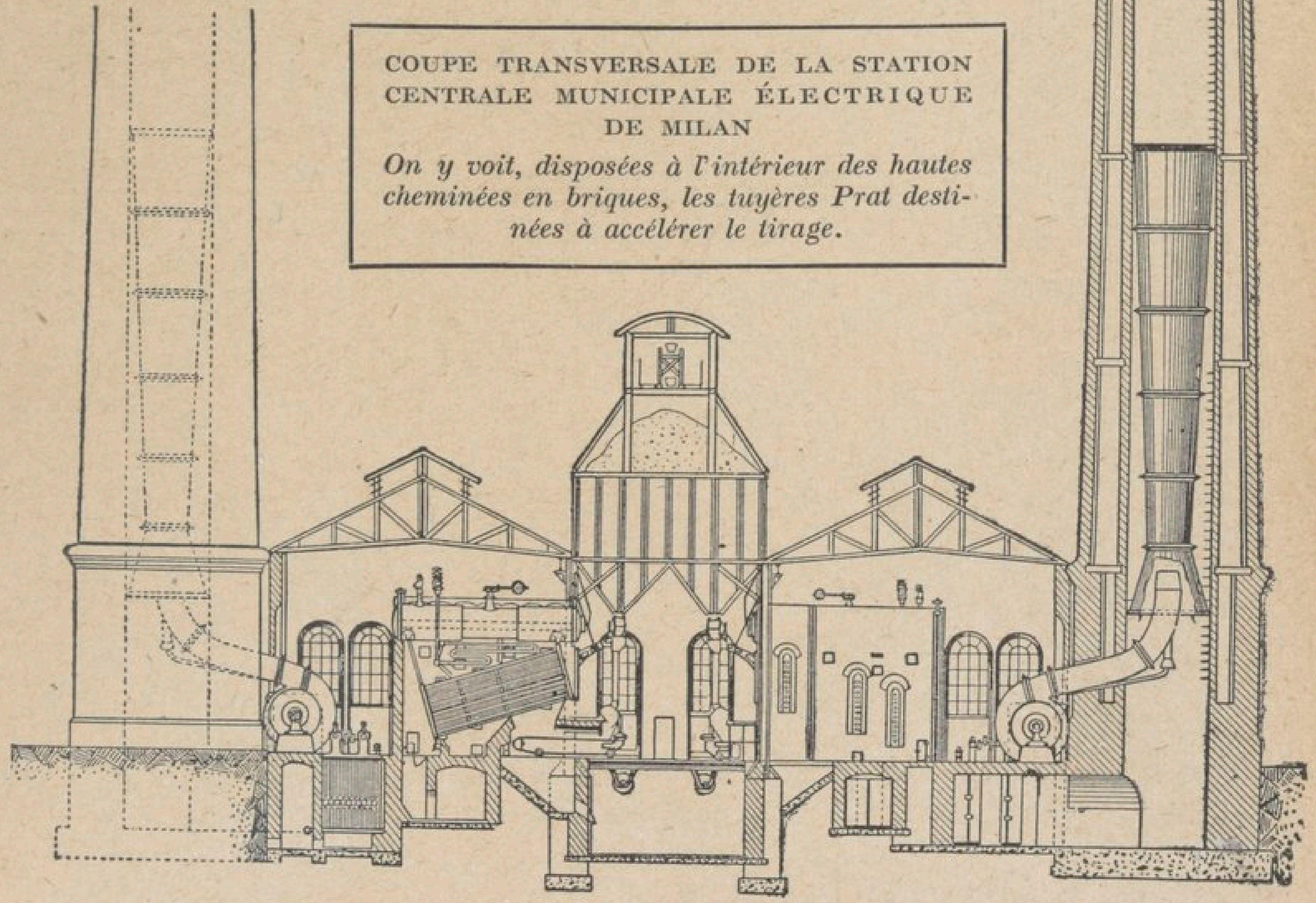
qui est généralement de 4 à 5 millimètres. De cette façon, l'on maintient dans le foyer une pression constante, égale ou un peu inférieure à la pression atmosphérique.

Pour remédier à quelques-uns de ces défauts, on a imaginé le procédé de tirage mixte. Un ventilateur souffle simultanément dans l'éjecteur « Prat » et sous la grille. A la buse de ce ventilateur se trouve un volet relié à un régulateur qui est influencé par un manomètre amplificateur soumis à la pression vive de l'air insufflé; suivant le débit, le volet prend des positions telles que pour une diminution d'air dans l'un des conduits, une augmentation se produit dans l'autre. Si le régime est établi pour une pression nulle dans le foyer ou légèrement inférieure à la pression atmosphérique, il sera possible de maintenir cette pression constante quelle que soit la résistance de la grille.

Si l'on admet, par exemple, qu'il règne une pression zéro dans le foyer et que l'on charge à nouveau; la résistance de la grille va augmenter, le débit de souflage va diminuer, et le manomètre transmettant au régulateur une pression plus faible, celui-ci agit sur le volet et le place dans une position telle que le volume d'air insufflé dans le transformateur est diminué et, par suite, la dépression à la cheminée. En résumé, le foyer se trouve étroitement soumis à deux influences contraires qui tendent bien à y maintenir la pression constante.

Ce raisonnement s'applique à un régime évaporatoire quelconque de la chaudière, c'est-à-dire à toutes les allures de celle-ci. Pour une production variable du générateur, il suffira donc de modifier la vitesse du ventilateur. On peut obtenir automatiquement cette variation par l'emploi d'un régulateur soumis à la pression de la chaudière qui agit soit sur l'admission du moteur à vapeur commandant le ventilateur, soit plus généralement sur le rhéostat d'un moteur électrique. Mais ce système, qui présente des avantages, n'en est pas moins encore d'une certaine complication et ne doit être préconisé que dans certains cas tout à fait particuliers.

Nous avons dit que le système Prat comportait un éjecteur auxiliaire de

COUPE TRANSVERSALE DE LA STATION CENTRALE MUNICIPALE ÉLECTRIQUE DE MILAN

On y voit, disposées à l'intérieur des hautes cheminées en briques, les tuyères Prat destinées à accélérer le tirage.

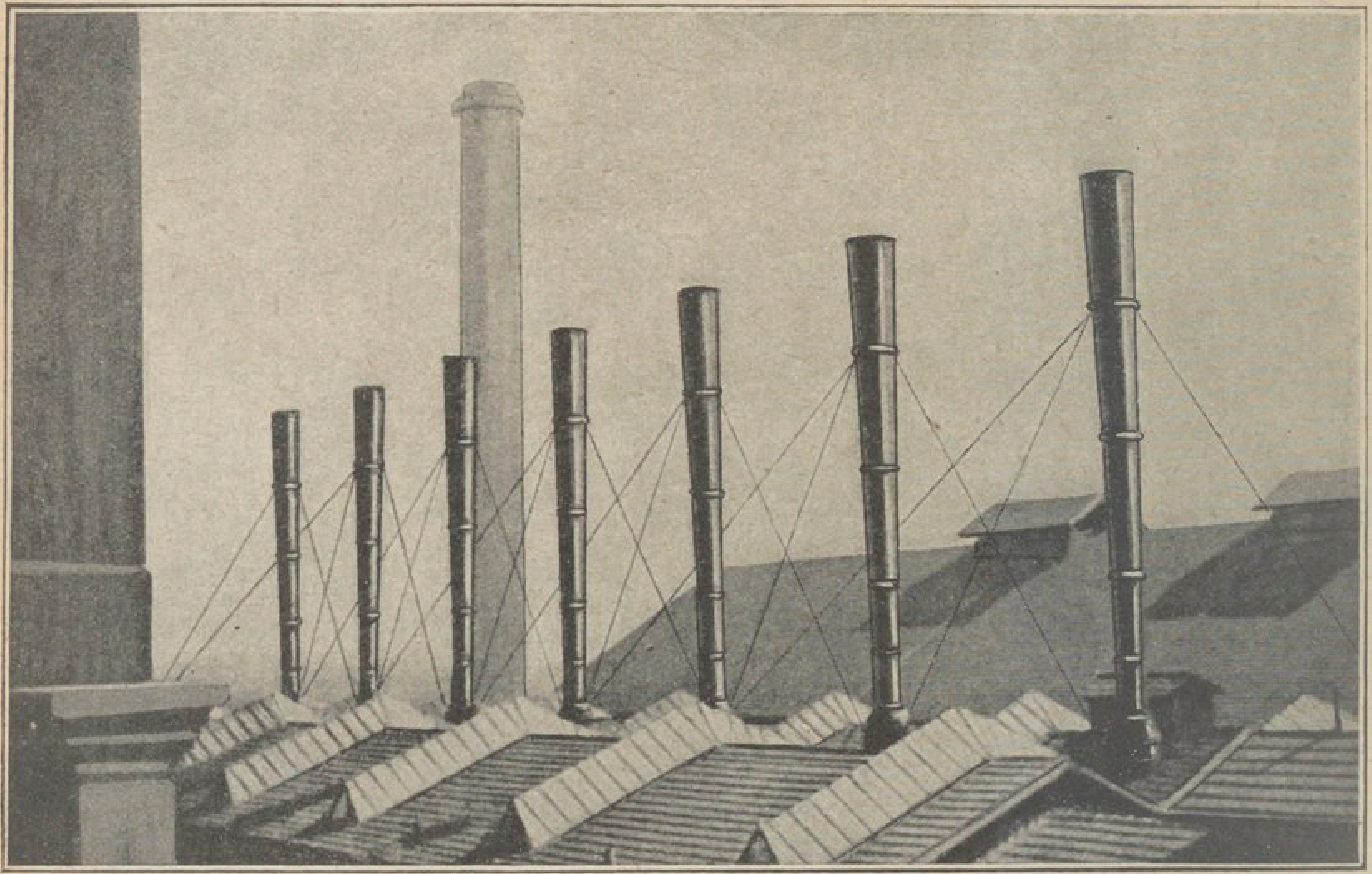
vapeur; il peut se faire, en effet, que, pour une raison quelconque, avarie, manque de courant, la dynamo et le ventilateur qu'elle actionne s'arrêtent. Le tirage est ainsi presque complètement supprimé. La soufflerie intervient alors et pare, aussi efficacement que possible, à l'interruption momentanée. Cet éjecteur de vapeur peut aussi doubler très avantageusement le tirage au cas d'une demande anormale de vapeur ou de l'arrêt brusque d'une chaudière de la batterie.

Cette cheminée qui, esthétiquement tout au moins, diffère tellement de celles que nous avons coutume de voir, présenterait donc, avant tout, l'avantage d'être d'un encombrement et d'un poids bien inférieurs à ceux des cheminées en maçonnerie. Pour cette raison, dans les grandes usines, on la multiplie généralement dans la proportion d'une unité par 500 mètres carrés de surface de chauffe, afin d'obtenir un meilleur tirage.

L'économie de combustible entre également en ligne de compte. Le tirage, tel qu'il s'opère à l'aide des moyens mécaniques que nous venons de décrire, permet d'augmenter la quantité de charbon sur la grille ; il s'ensuit que l'air, obligé de traverser une épaisseur de charbon plus forte, abandonne une plus grande partie de son oxygène et élève notablement la température du foyer. L'utilisation possible de charbons médiocres plaide aussi en faveur de ce nouveau système.

On cite certains cas où, dans le but d'accélérer simplement le tirage d'une grande cheminée, on a placé avec succès à l'intérieur de celle-ci une tuyère Prat. C'est ce qui a été fait, notamment à la station centrale de la municipalité de Milan, à la Société d'Electricité de Paris, à l'Ouest-Lumière. etc.

Les cheminées d'usine peuvent très bien avoir aussi une autre destination que celle de favoriser la combustion : elles peuvent servir à provoquer un tirage d'air suffisant entre les claies sur lesquelles ruisselle l'eau à refroidir. Ces cheminées sont généralement établies en bois, mais l'emploi du béton armé se généralise pour ces constructions dont toutes dépenses d'entretien, assez élevées, se trouvent ainsi supprimées.



GROUPE DE TUYÈRES DU SYSTÈME PRAT INSTALLÉES A LA COMPAGNIE DES MINES DE HOUILLE DE BLANZY, A MONTCEAU-LES-MINES

On peut voir aussi, faisant partie de la construction des remises de locomotives dans les grandes gares, des cheminées de haute dimension, qui n'ont d'autre but que d'activer la mise sous pression des locomotives en faisant un puissant appel d'air.

Petites ou grandes, massives ou effilées, métalliques, faites de briques ou de ciment, les cheminées d'usine sont le réel symbole de la puissance industrielle d'un pays.

PAUL BARATON.

LES MINUTERIES D'ESCALIERS

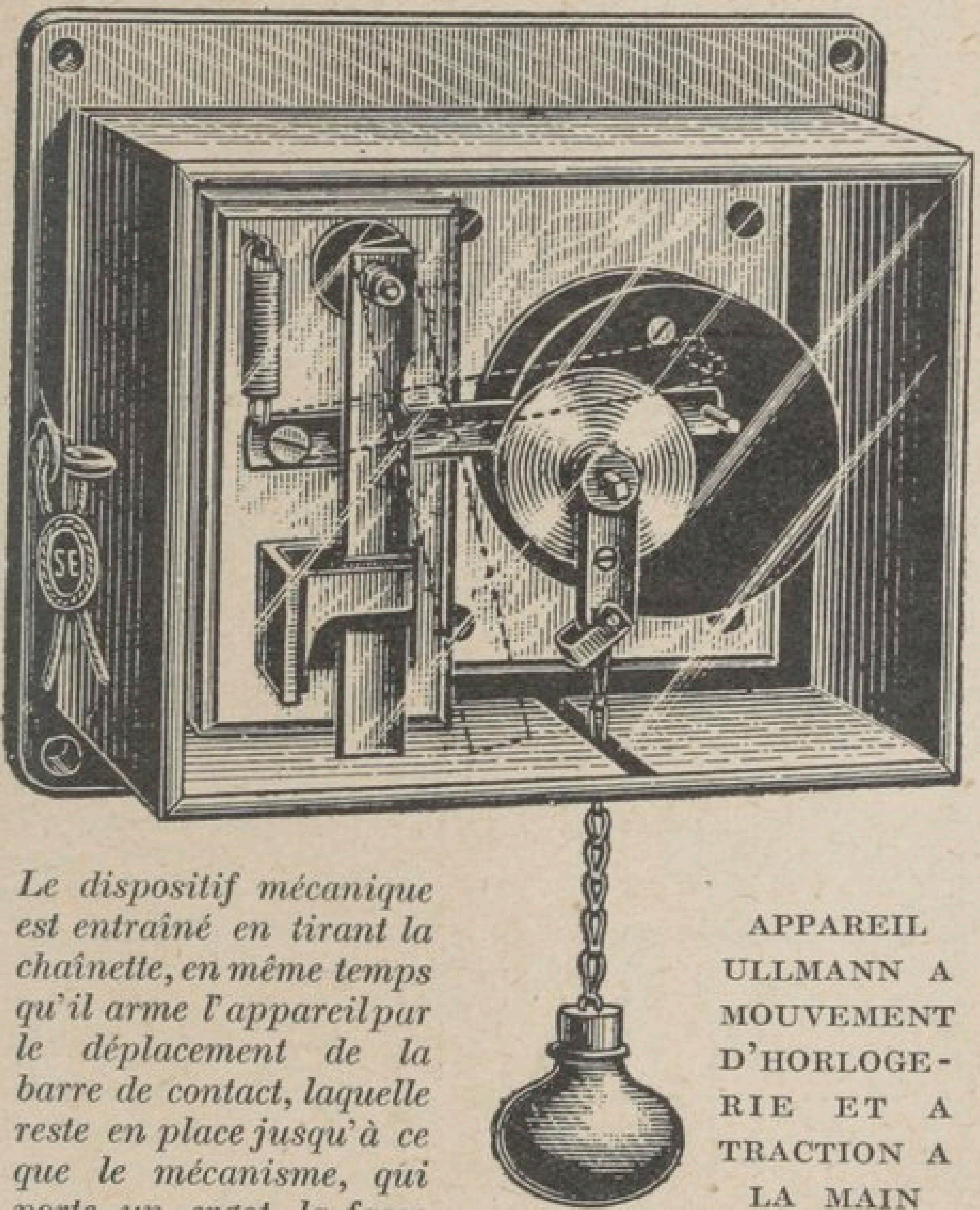
Par Constantin SOSPEL

INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

Ils sont tout à fait d'actualité, par ces temps de restrictions et d'économies obligées, ces intéressants appareils, utiles accessoires de l'éclairage électrique, qui, en permettant une utilisation rationnelle de la lumière, évitent son gaspillage en restreignant au temps strictement nécessaire l'éclairage d'un escalier, d'un couloir ou de tout autre endroit servant uniquement au passage momentané de quelques personnes et qu'il serait complètement inutile ou trop coûteux de maintenir constamment en pleine lumière. Au lieu, en effet, d'y laisser brûler toutes les lampes pendant les heures avancées de la soirée ou de la nuit, où elles ne seraient susceptibles de servir efficacement qu'à de rares intervalles, on ne les allume que quelques minutes pour les rentrées tardives de locataires; il s'ensuit une dépense considérablement moindre d'électricité et, par conséquent, de charbon, puisque c'est avec le charbon, on le sait, que se fabrique l'électricité.

C'est pour ce motif qu'on recommande d'en multiplier le plus possible l'emploi dans les maisons et magasins, car l'économie réalisée ainsi n'est pas négligeable.

Nos lecteurs connaissent assurément, au moins pour les avoir vues ou en avoir entendu parler, ces « minuteries d'escaliers », ou, pour parler plus exactement, ces « contacts temporaires à minuterie », appelés encore « allumeurs-extincteurs temporaires automatiques », qui permettent l'extinction automatique d'un ou de plusieurs foyers lumineux après un espace de temps préalablement déterminé, et qui sont installées, depuis quelques années, principalement dans les immeubles modernes des grandes villes, quand, bien entendu, ces maisons sont éclairées à l'électricité.



Le dispositif mécanique est entraîné en tirant la chaînette, en même temps qu'il arme l'appareil par le déplacement de la barre de contact, laquelle reste en place jusqu'à ce que le mécanisme, qui porte un ergot, la fasse déclencher. Le mouvement ayant accompli sa révolution, la barre de contact est ramenée à sa position d'arrêt par l'effort d'un ressort antagoniste.

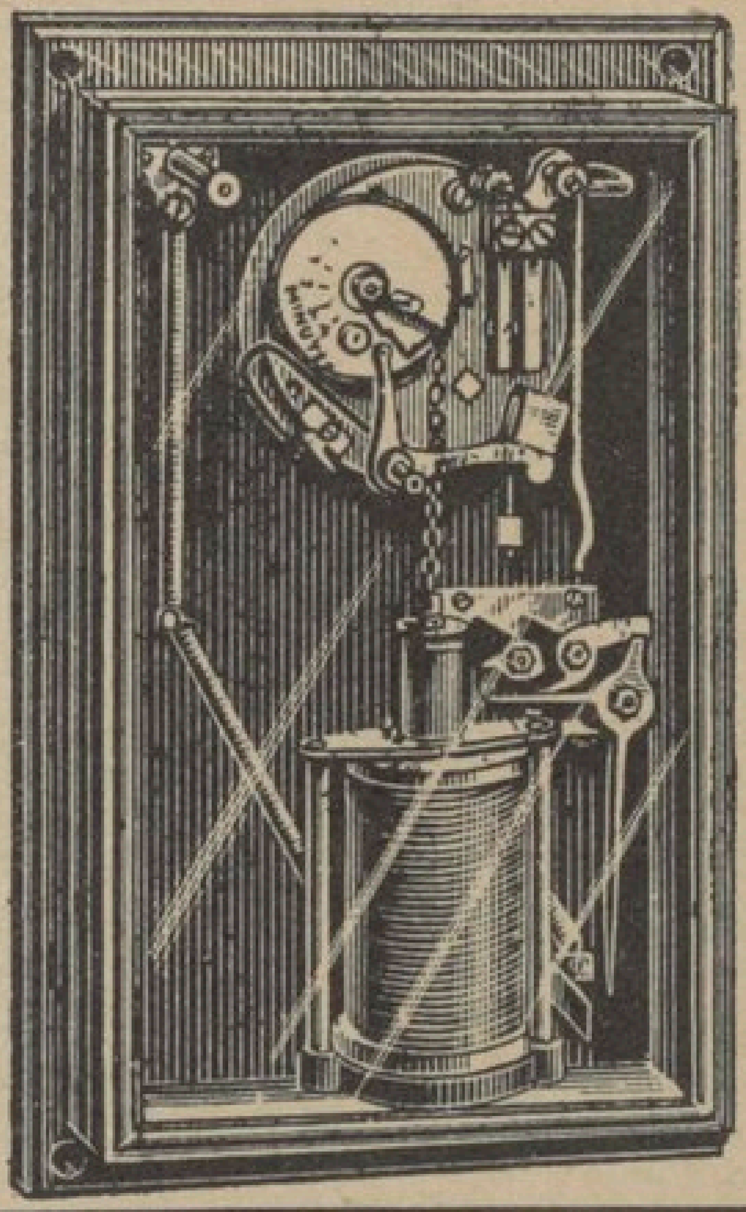
APPAREIL ULLMANN A MOUVEMENT D'HORLOGERIE ET A TRACTION A LA MAIN

Grâce à elles, les locataires rentrant le soir après l'extinction des feux peuvent, en manœuvrant un commutateur, en tirant une chaînette ou en pressant un simple bouton, éclairer un vestibule, un couloir, un escalier pendant un temps suffisant pour leur permettre de le traverser ou de le gravir en pleine lumière, et, par conséquent, en toute commodité, sans danger de heurt ou de chute.

Mais bon nombre de personnes ignorent leur fonctionnement, qui paraît un peu mystérieux, quoiqu'il soit en réalité bien simple. Il ne sera donc pas sans intérêt de le leur faire connaître en peu de mots, d'autant plus que, quoique les minuteries soient d'invention assez récente, leur usage se répand de plus en plus, en raison de l'extension prise par l'éclairage électrique privé.

Disons d'abord qu'il existe plusieurs systèmes : les uns qui utilisent un mouvement d'horlogerie, les autres qui en sont dépourvus.

Les premiers sont, en somme, des interrupteurs à régulateur (ou mouvement d'horlogerie), connus depuis longtemps, à déclenchement automatique, dont la fonction est d'établir la communication en fermant le circuit pendant quelques minutes, pour couper ensuite cette communication automatiquement, dès que le mouvement d'horlogerie a achevé sa révolution.



APPAREIL A MOUVEMENT D'HORLOGERIE ET A BOBINE

Le principe du mécanisme est le même que celui de l'appareil Salomon (voir la page suivante). Il permet d'allumer une lampe ou un groupe de lampes en appuyant sur un bouton, d'un point quelconque et pour une durée variant de trois à six minutes.

Le fonctionnement du système représenté à la page 291 est un des plus simples, il s'opère en tirant la chaînette par la poignée. Le dispositif mécanique est entraîné, en même temps qu'il arme l'appareil, par le déplacement de la barre de contact (représentée dans ses deux positions en traits pleins et en pointillés), laquelle reste en place jusqu'à ce que le mécanisme, qui porte un ergot, fasse déclencher cette barre ; le mouvement ayant accompli sa révolution, ladite barre de contact est ramenée très simplement à sa position d'arrêt par l'effet d'un ressort antagoniste.

Cet appareil, entièrement monté sur marbre, est robuste et peu sujet à dérangement ; il est enfermé dans une boîte-coffret avec glace. Deux pitons à œillet, placés sur un des côtés, empêchent l'ouverture au moyen d'un plomb de sûreté. Il se place dans le vestibule de l'immeuble ou dans la loge du concierge. La durée de l'éclairage est limitée à cinq minutes. En lui faisant subir une modification convenable, on peut porter cette durée de une à quatre heures. Il peut alors être utilisé pour les éclairages de vitrines, boutiques et expositions. Mis en action, il coupera automatiquement la communication dès que la durée de la marche horaire pour laquelle il a été établi sera écoulée. On n'aura donc pas besoin de se préoccuper de l'extinction ou de charger quelqu'un de ce soin, au milieu de la nuit, par exemple, comme cela se fait généralement.

Un autre modèle (figure ci-contre), moins simple que le précédent, mais plus élégant et plus perfectionné, permet l'allumage à distance d'une lampe ou d'un groupe de lampes pendant une durée limitée et variable à volonté, de une à six minutes, suivant le réglage préalable.

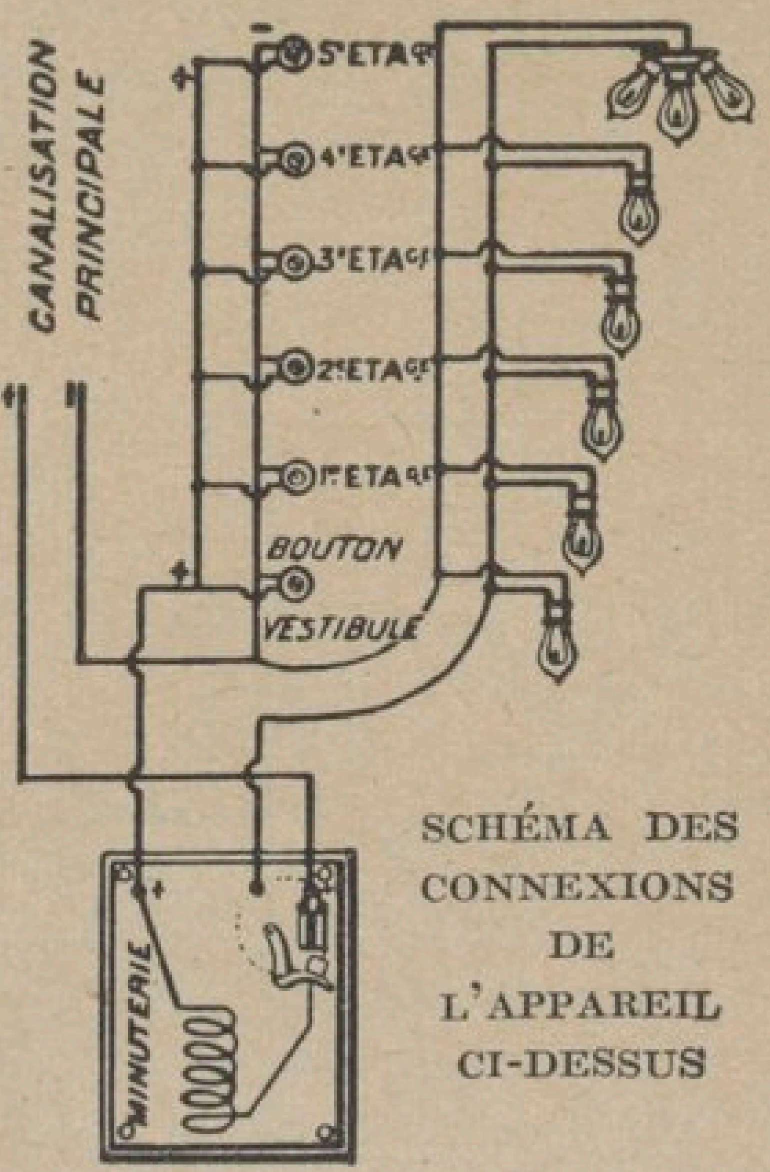
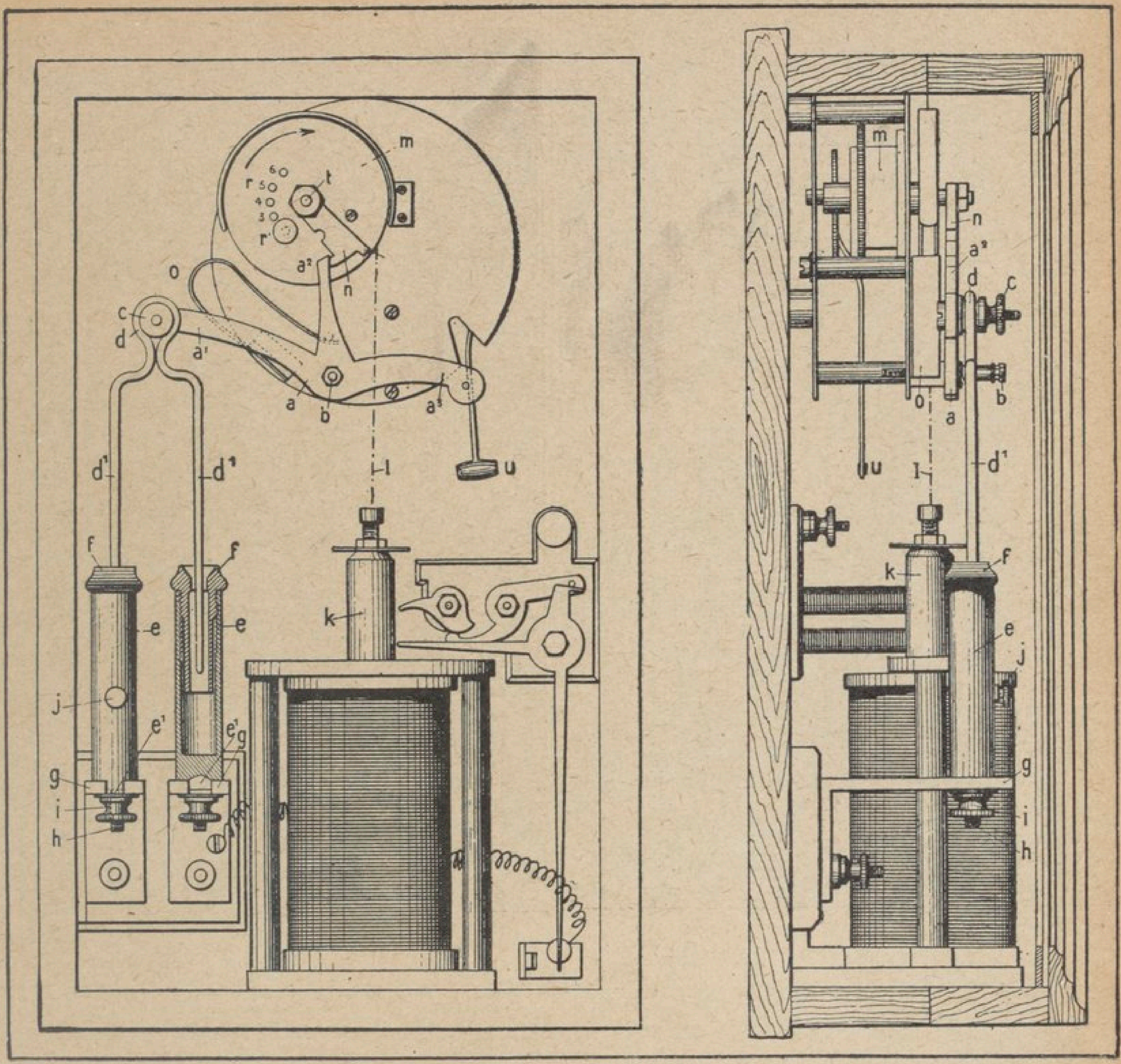


SCHÉMA DES CONNEXIONS DE L'APPAREIL CI-DESSUS

L'allumage s'obtient par la pression d'un bouton, comme pour une sonnerie électrique, ou par un contact de porte spécial. La minuterie, ou mouvement d'horlogerie, qui établit la durée de temps de fonctionnement est en relation avec une bobine électrique, dite solénoïde, qui, traversée par un courant, agit sur un noyau de fer doux pouvant coulisser dans son intérieur. Ce noyau est relié à une chaînette s'enroulant sur une poulie à gorge fixée sur l'axe du barillet du mouvement d'horlogerie, laquelle poulie est munie d'une butée et d'un certain nombre de trous dans lesquels on engage une vis d'arrêt pour le réglage du temps (en minutes) durant lequel l'appareil doit fonctionner. Par la pression exercée sur le bouton de contact, le courant électrique étant lancé dans la bobine, le noyau est attiré ; il s'abaisse, opère une traction sur la chaînette et fait, par conséquent, tourner la poulie à gorge qui arme le ressort du barillet ; en même temps, une came entraîne la branche d'un levier qui, en réunissant les deux lames de contact, ferme le circuit sur les lampes électriques. C'est à ce moment que le mouve-



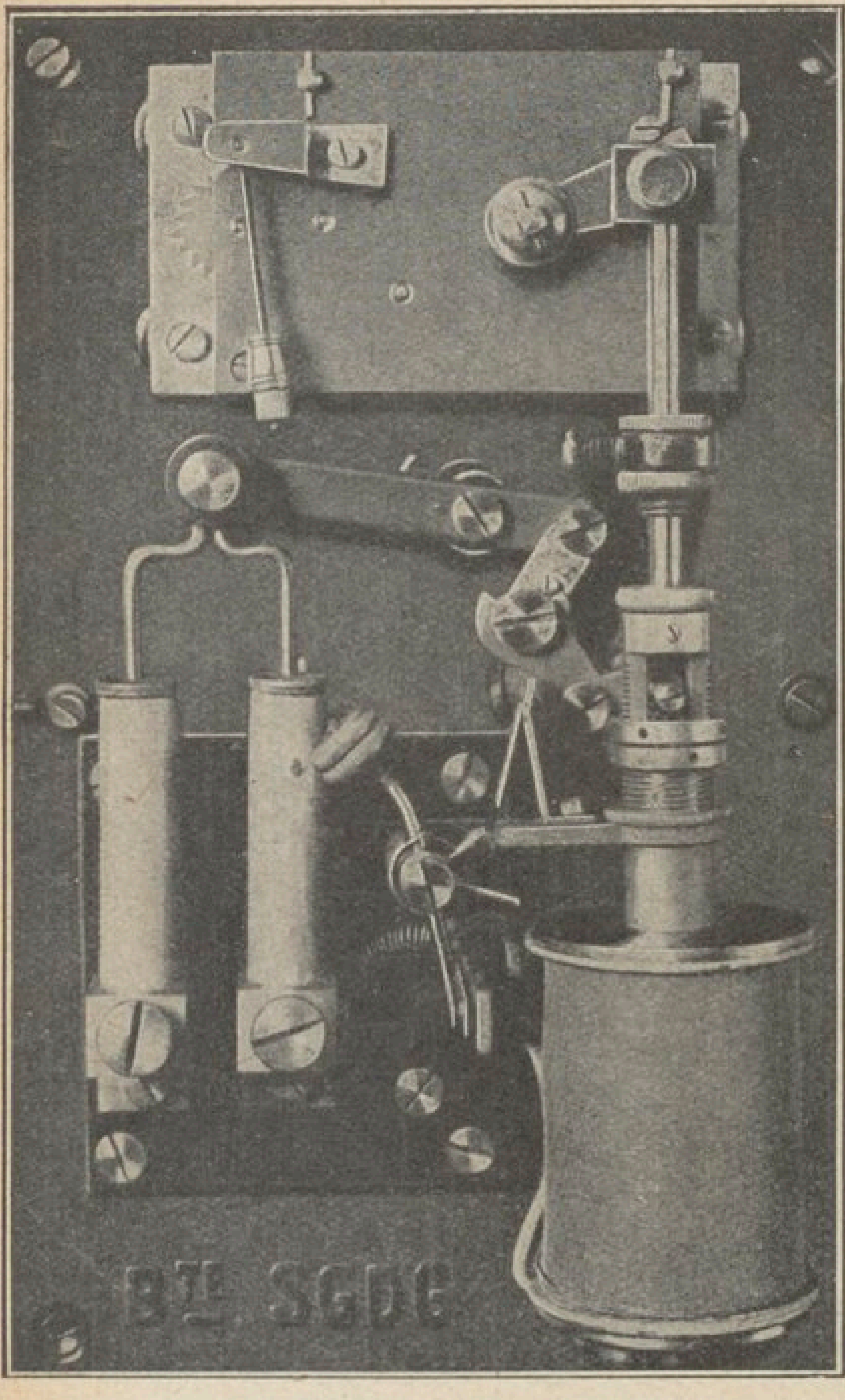
APPAREIL SALOMON A MOUVEMENT D'HORLOGERIE ET A BOBINE, REPRÉSENTÉ DE FACE, AVEC COUPE PARTIELLE, ET DE COTÉ

a, *levier avec ses deux bras* a^1 *et* a^3 *et son doigt* a^2, *articulé en* b ; c, *vis de fixation isolée* ; d, *anneau faisant partie des plongeurs* d^1 d^1, *engagés dans deux godets à mesure* e e, *fermés par des bouchons isolants* f f ; e^1 e^1, *tenons maintenant les godets et engagés dans la fourche des supports* g g ; h, *tige filetée du tenon et son écrou* i ; j, *bouchon à vis indicateur de remplissage ou de trop-plein* ; k, *noyau du solénoïde* ; l, *chaînette* ; m, *poulie à gorge* ; n, *came* ; o, *ressort antagoniste ou de rappel du levier* ; r, *trous des durées* ; r^1, *vis des durées enfoncée dans un des trous* ; t, *axe de la poulie à gorge* ; u, *balancier*. — *En bas et à droite est le mécanisme pour couper le circuit dans la bobine quand son noyau est abaissé, et qui sert aussi pour l'extinction à distance des lampes allumées.*

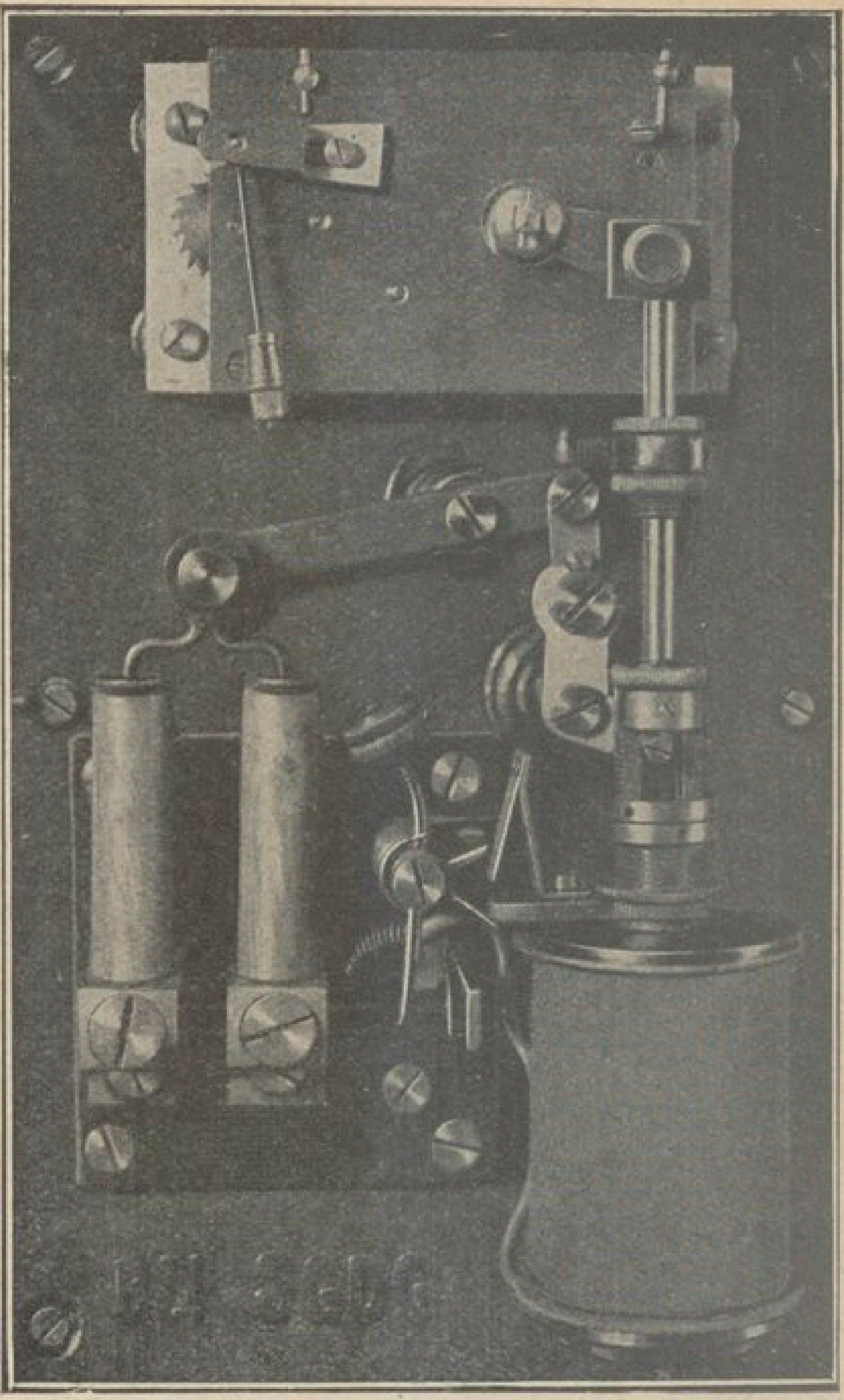
ment d'horlogerie inclus dans l'appareil est entraîné et marche pendant la durée pour laquelle il a été réglé au préalable.

Le courant, qui arrive dans la bobine par la borne — et en sort par la borne, — a été coupé quand son noyau est arrivé à fin de course grâce à un mécanisme dont il sera parlé plus loin, et il se rétablit automatiquement quand, sous l'effort de traction du ressort du barillet qui se détend, le noyau se relève, mettant l'appareil en position pour fonctionner de nouveau. Ce même mécanisme est muni d'un dispositif spécial, dit coupe-courant, qui permet l'extinction à distance des lampes normalement allumées. On peut donc ainsi, facilement, soit faire fonctionner l'appareil automatiquement en utilisant la minuterie, soit faire manœuvrer instantanément le coupe-courant.

Des boutons de contact sont disposés à chaque palier d'étage pour permettre l'éclairement successif de chacun d'eux ou des



(En position de repos : extinction)



(En position d'activité : allumage)

LES DEUX ASPECTS PRINCIPAUX DE LA MINUTERIE ÉLECTRIQUE SYSTÈME GRIVOLAS

Cette minuterie est à mouvement d'horlogerie et à bobine, comme les précédentes ; la chaînette est remplacée par un bras de manivelle relié, d'une part, au barillet, et, d'autre part, à la tige verticale prolongeant, vers le haut, le noyau de la bobine ; le levier est actionné par une genouillère articulée sur ladite tige. Un ergot, fixé au sommet du noyau de la bobine, heurte au passage, quand celui-ci s'abaisse, un basculeur (qui est placé entre les godets à mercure et le sommet de la bobine) et le fait pivoter sur son axe en lançant son contrepoids (placé au sommet de la tige) de l'autre côté, c'est-à-dire vers la gauche. De ce fait, le contact est rompu entre le fil de la ligne et celui de la bobine. Quand, sous l'effort du ressort du barillet, le noyau remonte, l'ergot heurte encore le basculeur et le fait pivoter une deuxième fois, mais dans le sens opposé, ce qui rétablit le contact. En même temps, les plongeurs se relèvent et la lumière s'éteint.

espaces à parcourir pour la montée ou la descente de l'escalier (figure schématique page 292), ce qui ne peut pas se faire avec l'appareil précédemment décrit, car celui-là ne peut pas être commandé à distance, comme on peut s'en rendre compte aisément.

Divers modèles d'appareils ont été construits sur ces principes que nous venons d'exposer, et brevetés par MM. Salomon, Schrœder, Clavel, Soulat, etc. Le premier en date est celui de M. Salomon, breveté en 1901. Les autres dérivent de celui-là et n'en diffèrent que par des modifications plus ou moins importantes ou plus ou moins heureuses, mais tous présentent de l'intérêt.

Il nous suffira donc de décrire avec quelques détails le mécanisme de son fonctionnement (voir les figures page précédente).

La poulie à gorge, montée sur l'axe du barillet du mouvement d'horlogerie que le noyau de la bobine, en s'abaissant, fait tourner par le moyen de la chaînette qui les relie l'un à l'autre, ainsi qu'il est dit plus haut, porte des trous taraudés dans l'un desquels on engage une vis qui fait saillie et qui servira d'arrêt ou de butée à une sorte de came montée librement sur ledit axe du barillet, et qui porte un bec à son extrémité. Les trous taraudés sont numérotés et représentent le nombre de minutes pendant les-

quelles l'appareil doit fonctionner, c'est-à-dire la durée de l'éclairage. Ainsi, si celle-ci doit être de cinq minutes, la vis doit être enfoncée dans le trou portant le numéro 5.

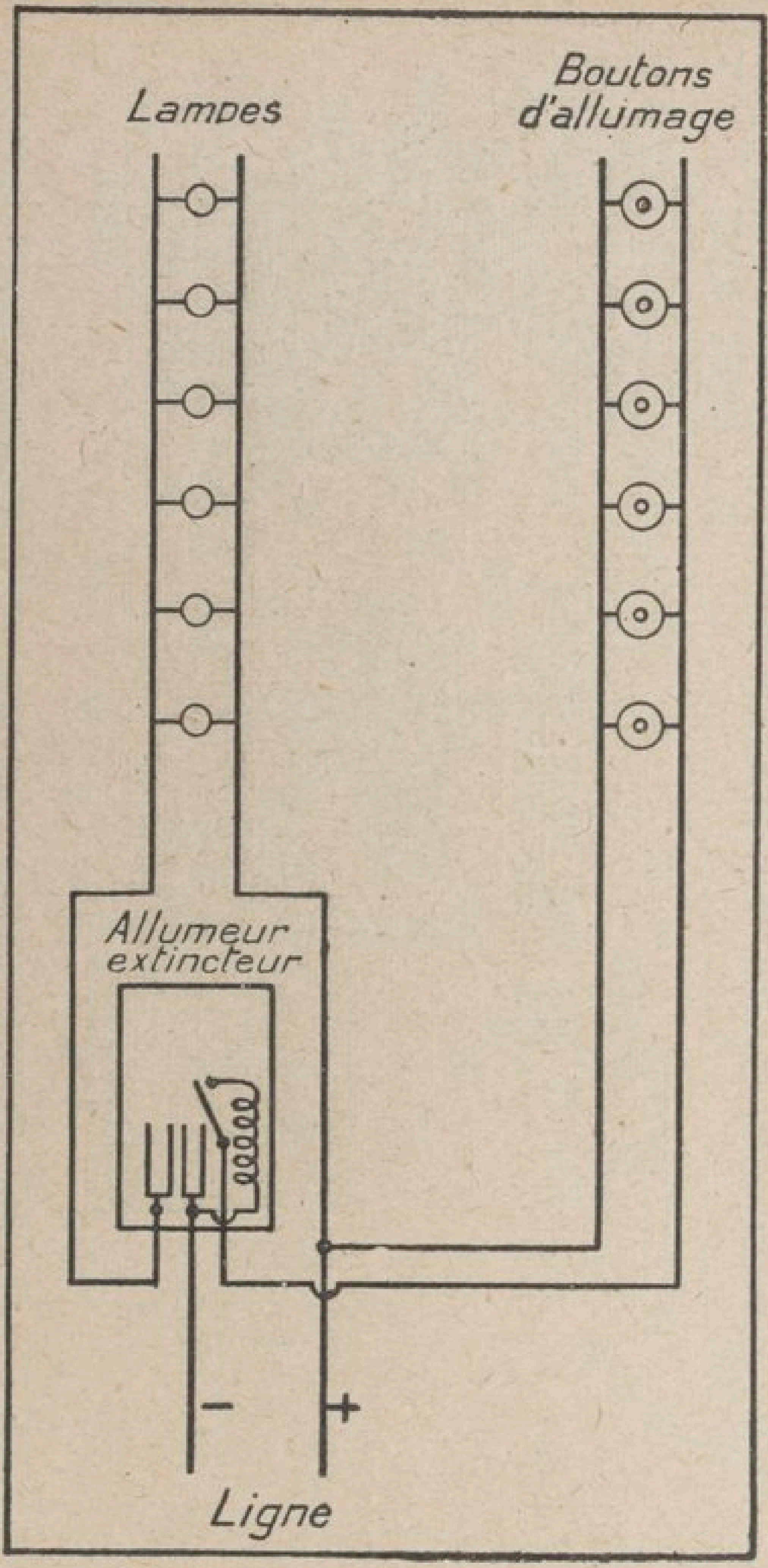


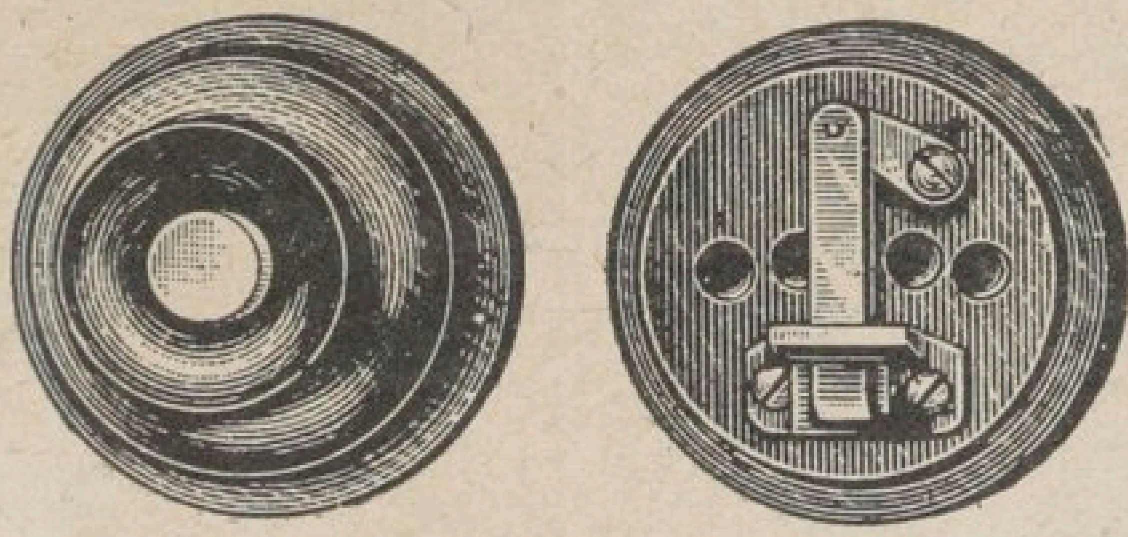
SCHÉMA DES CONNEXIONS DE LA MINUTERIE GRIVOLAS POUR LE VESTIBULE ET LES CINQ ÉTAGES D'UNE MAISON

La came peut se mouvoir librement entre cette vis et une autre vis fixée à demeure de l'autre côté (vers la droite sur le dessin) en un point convenablement choisi de la poulie à gorge, lesquelles vis lui serviront alternativement de butées ou points d'appui (voir page 293).

Au-dessous du barillet et de la came montée sur son axe est fixé, par son centre, un levier du premier genre dont une des branches maintient à l'arrêt le pendule du mouvement d'horlogerie et dont l'autre est articulée, par une vis convenablement isolée électriquement et un anneau, à deux tiges de pistons plongeurs engagés dans des godets à mercure de forme cylindrique, fermés par des bouchons en matière isolante, traversés par les plongeurs, et qui se prolongent vers le bas, dans l'intérieur des godets, afin de former une gaine isolante à ceux-ci — cela dans le but d'éviter les courts-circuits. Ces godets, qui sont disposés sur le circuit des lampes (et dont la mise en communication électrique par les plongeurs fermera ce circuit, ainsi qu'il sera dit plus loin), sont maintenus à leur partie inférieure au moyen d'un tenon engagé dans la fourche d'un support et se trouvent fixés par une tige filetée recevant un écrou. Un petit bouchon à vis, disposé sur le devant de chaque godet, sert d'indicateur ou de trop-plein lors du remplissage.

Ces godets à mercure et leurs plongeurs peuvent être remplacés, pour plus de simplicité dans la construction, par deux simples plaques de contact qu'une lamelle métallique, portée par le bras du levier à la place des plongeurs, peut mettre en communication en s'abaissant par le fait du fonctionnement de l'appareil, mais leur utilité est d'atténuer l'inconvénient des étincelles de rupture au moment de l'extinction.

Le levier porte un doigt, dressé verticalement, dont, au repos, l'extrémité vient s'appuyer sur la came. Quand, sous la traction du noyau de la bobine et de la chaînette, la poulie à gorge tourne, elle agit, par l'intermédiaire de la came (qui prend alors son point d'appui sur la vis fixée à demeure sur la poulie à gorge, du côté opposé à celui où est placée la vis des durées), sur ce doigt, solidaire du levier, et oblige ainsi celui-ci à s'abaisser en faisant descendre les deux plongeurs-commutateurs dans les godets à mercure pour fermer le circuit électrique des lampes qui s'allument. Quand le levier a basculé, son autre branche libère le balancier du mouvement d'horlogerie qui se met en marche (v. fig. page 293).



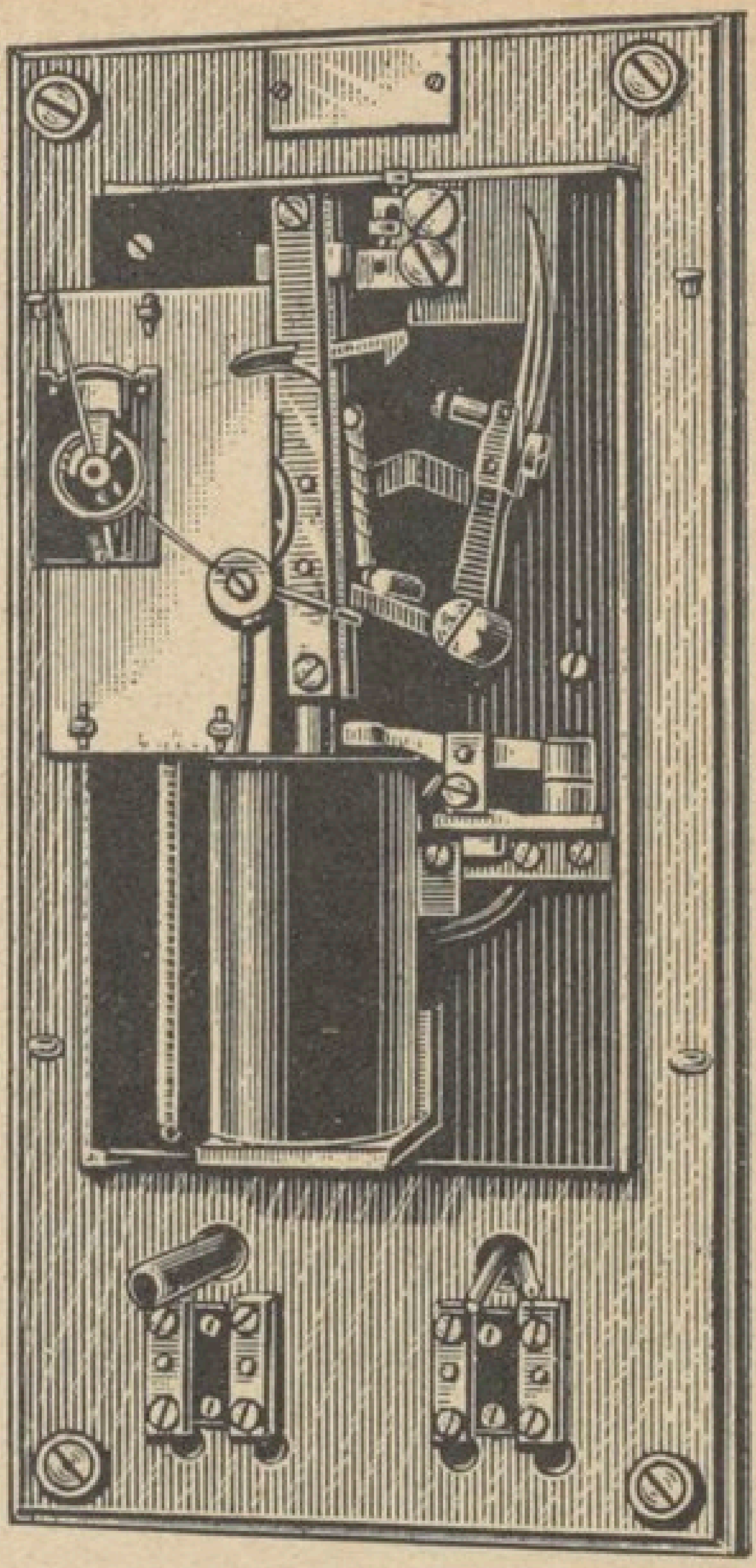
BOUTON-POUSSOIR DE LA MINUTERIE DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

A gauche: vue de face du bouton; à droite: vue arrière.

Le courant cessant à cet instant de pas-

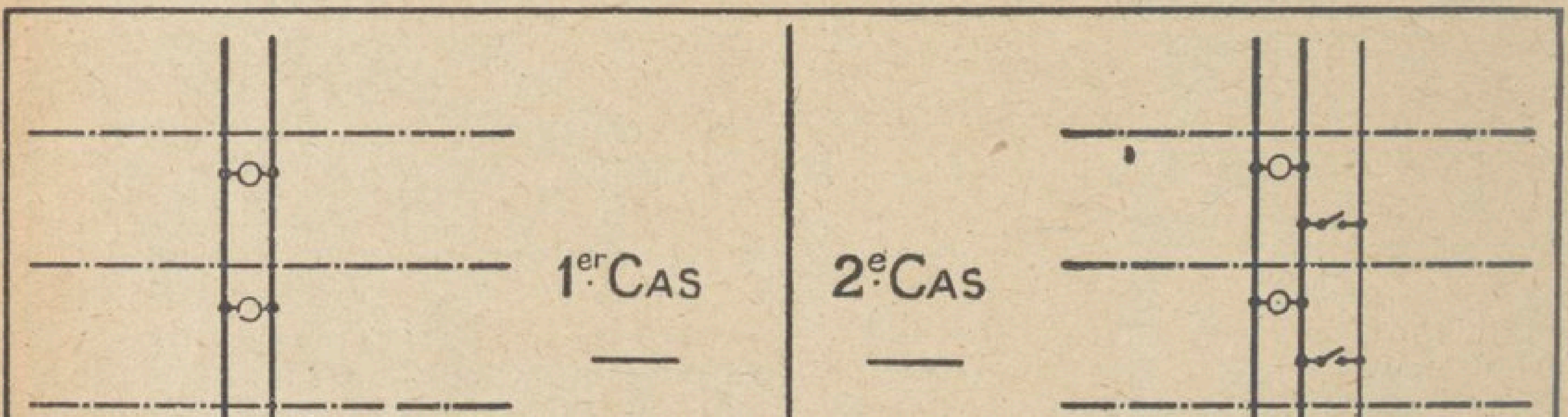
ser par la bobine, comme il sera dit ci-dessous, le noyau n'est plus attiré, et, par conséquent, n'opère plus de traction sur la poulie à gorge. Celle-ci, alors, sous l'action du ressort tendu du barillet, se met à tourner en sens inverse, mais la came ne suit pas son mouvement : elle reste immobile, maintenant le levier et ses plongeurs dans la position abaissée (position d'allumage des lampes). Sa rotation est contrôlée par le régulateur, et elle est suffisamment lente pour que la période d'allumage ne cesse qu'après le temps préalablement fixé. Au bout d'un certain temps, variable avec la position de la vis des durées, celle-ci vient en contact avec la came et la pousse devant elle, lui servant de butée ou de point d'appui.

Son mouvement se continuant, il arrive un moment (précisément après le nombre de minutes déterminé) où le bec de la came échappe au doigt du levier contre lequel il frotte, et celui-ci, n'étant plus retenu, se redresse sous l'action de son ressort de rappel, relève les plongeurs et il ouvre ainsi le circuit électrique des lampes qui s'éteignent. L'autre branche du levier vient alors bloquer de nouveau le balancier du mouvement d'horlogerie qui s'arrête instantanément, et l'appareil est prêt à fonctionner une nouvelle fois.

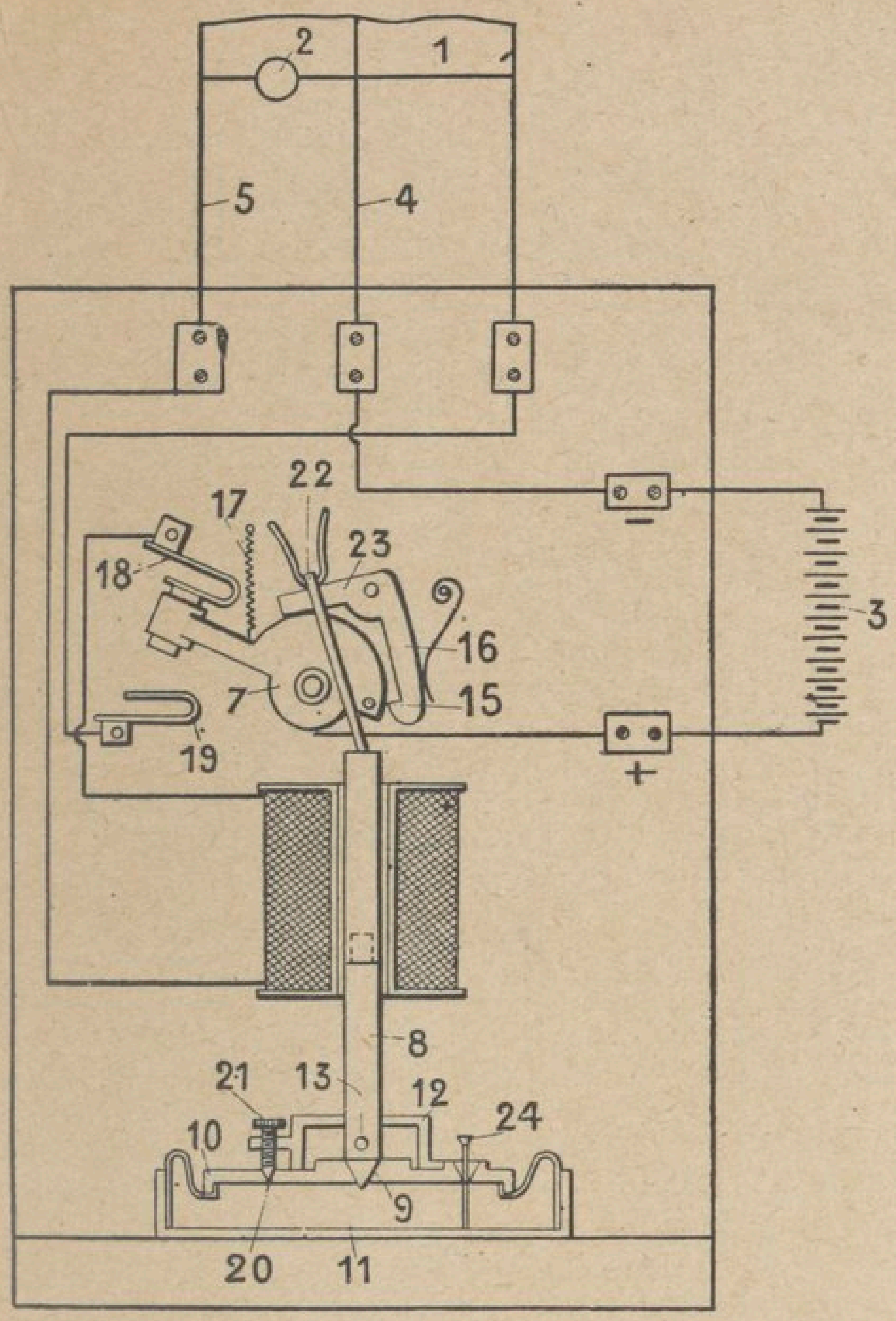


APPAREIL DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, A RÉGULATEUR ET A BOBINE

En bas et à droite du dessin se trouve le dispositif spécial dit coupe-courant dont nous avons dit deux mots plus haut. Sa seule inspection indique suffisamment son fonctionnement. Quand le noyau de la bobine s'abaisse, une rondelle, rivée à son sommet, rencontre le bec d'une came et ap-



SCHÉMAS DES CONNEXIONS, DANS DEUX CAS DÉTERMINÉS, DE L'APPAREIL CI-DESSUS



APPAREIL DE M. BENDIXEN, A FREIN A AIR

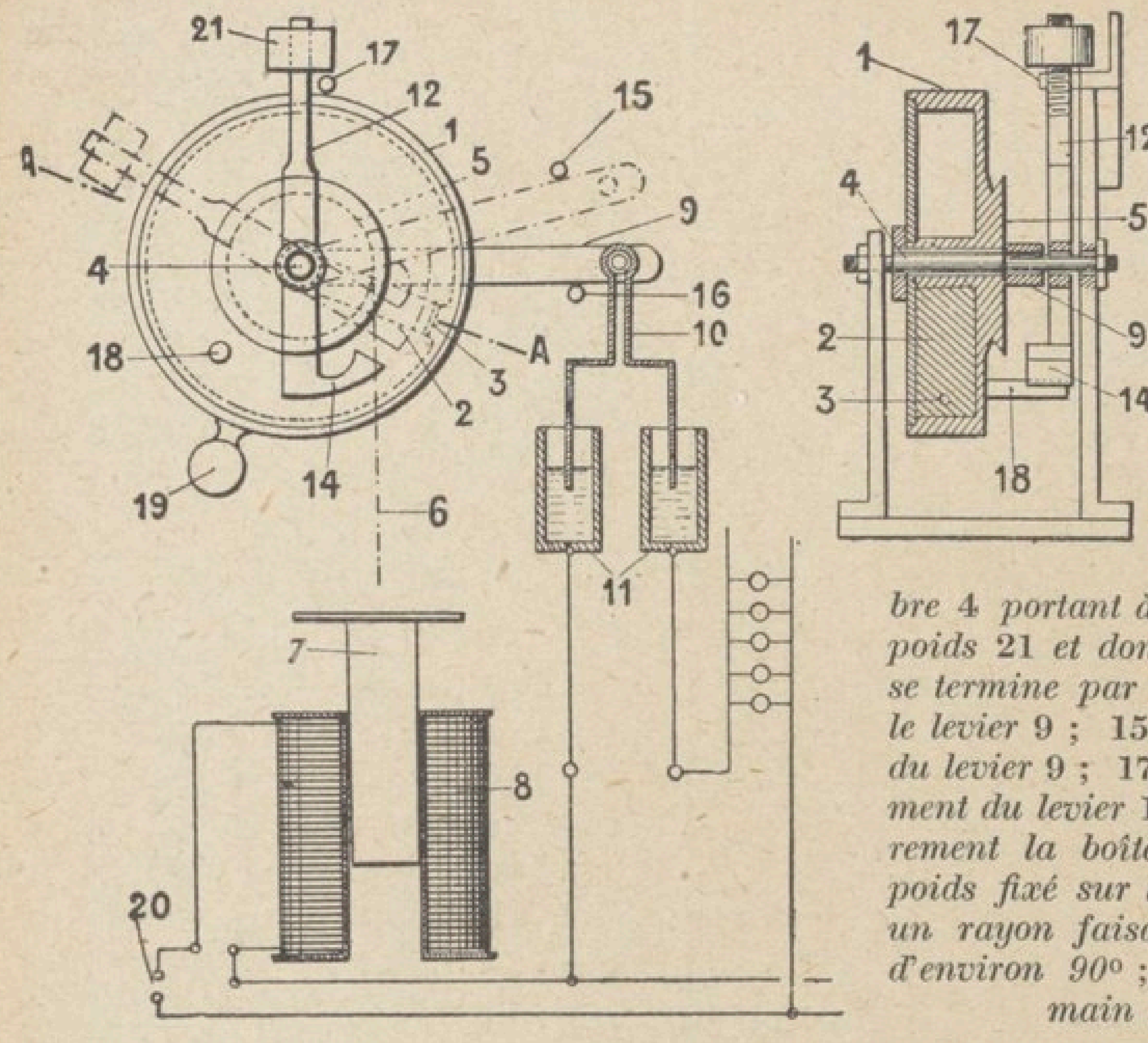
1 et 2, lampes et boutons de l'escalier ; 3, source du courant ; 4 et 5, conducteurs primaires ; 6, bobine ; 7, commutateur ; 8, noyau ou armature de la bobine ; 9, cône de soupape du noyau ; 10, couvercle d'un soufflet ou ballon 11 ; 12, étrier fixé au couvercle ; 13, goupille traversant le bas du noyau ; 14, tige en laiton munie d'une butée que l'ascension du noyau 8 fait porter contre un bouton 15 monté sur le levier 7 du commutateur, ce qui a pour effet de faire quitter à celui-ci l'une de ses positions extrêmes et de lui en faire prendre une autre où il est saisi et arrêté par le cliquet 16. (Un ressort 17 contrecarre la course du levier dont le renversement coupe le circuit que le ressort de contact 18 fermait dans la bobine). 19, autre ressort de contact fermant le circuit sur les lampes qui s'allument ; 20, trou très fin pour laisser fuir doucement l'air qui reste dans le soufflet ; 21, vis pour régler cette fuite ; 22, crochet qui s'applique sur un bras 23 de manière à dégager le cliquet 16 lorsque, continuant à descendre, le noyau a atteint un certain point. Le cliquet se déclenchant, le ressort 17 refoule le levier 7 qui reprend sa position normale et les lampes s'éteignent. En 24, se trouve une autre soupape pour la sortie rapide de l'air du soufflet, et qui a pour but de renforcer le coup reçu par le bras 23 du cliquet 16, afin qu'on puisse compter de façon certaine sur le déclenchement de ce cliquet.

puie, par l'intermédiaire de celle-ci sur la branche supérieure d'une équerre dont l'autre branche se dégageant de son point de contact avec une borne reliée à la ligne, coupe le circuit qui était fermé sur la bobine. L'équerre est maintenue dans cette nouvelle position par une goupille fixée à l'extrémité de la détente. Par l'action du ressort du barillet, faisant tourner en sens inverse la poulie à gorge, le noyau est relevé ; le bec de la came et la branche supérieure de l'équerre sont libérés de la pression de la rondelle, la goupille se dégage et le contact de l'équerre avec la borne se rétablit. L'appareil est alors prêt à fonctionner de nouveau. Comme on l'a dit plus haut, il permet donc, d'une part, d'allumer d'un point quelconque une lampe ou un groupe de lampes pour un temps déterminé, ou, d'autre part, de couper instantanément un circuit, et, par suite, d'éteindre à distance des lampes électriques allumées.

Au moyen d'une légère modification du système, on peut l'utiliser avec efficacité pour l'allumage et l'extinction des becs de gaz.

Enfin, en supprimant la bobine et son noyau on réalise l'appareil plus simple, à traction à la main sur la chaînette, dont il a été parlé au début de cet article.

La minuterie de la société d'appareillage électrique Grivolas diffère de la précédente par la suppression de la chaînette joignant le noyau de la bobine à la roue à gorge du barillet, et son remplacement par un bras de manivelle fixé par une extrémité à l'axe du barillet et articulé par l'autre au sommet d'une tige verticale qui, passant par une glissière, prolonge vers le haut le noyau de la bobine et qui est solidaire de celui-ci. L'abaissement du noyau, et, par conséquent, de ladite tige verticale entraîne le bras de manivelle, lequel arme le ressort du barillet. En même temps, une articulation à genouillère reliée, d'une part, à la tige verticale du noyau, et, d'autre part, au levier des plongeurs, provoquera l'abaisse-



APPAREIL DE M. BARDON, A MERCURE

1, *boîte cylindrique, à demi remplie de mercure ;* 2, *cloison percée d'un petit orifice* 3 ; 4, *arbre autour duquel la boîte peut tourner ;* 5, *poulie à gorge et sa chaîne* 6 *supportant le noyau* 7 *d'une bobine* 8 ; 9, *levier monté fou sur l'arbre* 4 *supportant un cavalier pouvant plonger dans deux godets à mercure* 11 ; 12, *autre levier également monté fou sur l'arbre* 4 *portant à sa partie supérieure un contrepoids* 21 *et dont la partie inférieure, recourbée, se termine par un butoir* 14 *destiné à soulever le levier* 9 ; 15 *et* 16, *butées limitant la course du levier* 9 ; 17, *autre butée arrêtant le déplacement du levier* 12 ; 18, *toc accouplant temporairement la boîte* 1 *et le levier* 12 ; 19, *contrepoids fixé sur la périphérie de la boîte suivant un rayon faisant avec la cloison* 2 *un angle d'environ 90°* ; 20, *bouton pour fermer à la main le circuit sur la bobine.*

Au repos, le poids 19 *est situé au-dessous de l'axe du cylindre, la cloison* 2 *se trouve à droite, presque horizontalement ; le levier* 12, *incliné à gauche dans la position indiquée en pointillé, maintient soulevé le levier* 9 ; *par suite, le circuit est interrompu entre les godets* 11. *En appuyant sur le bouton* 20, *on ferme le circuit dans la bobine ; le noyau* 7, *attiré, communique à la boîte* 1, *par la chaîne* 6, *une demi-révolution dans le sens de la flèche* f. *Le mercure, chassé par la cloison* 2, *retombe sur le côté droit de cette cloison. Le toc* 18 *amène le levier* 12 *contre la butée* 17, *et le levier* 9, *libéré du poids* 21, *s'abaisse par son propre poids. Le cavalier* 10, *plongeant dans les godets, ferme le circuit des lampes. Comme l'émission de courant dans la bobine n'est que momentanée, le noyau* 7 *est bientôt libéré ; le contrepoids* 19 *entraîne alors la boîte en sens inverse de la flèche, mais le mercure sur lequel vient s'appuyer la cloison* 2 *s'oppose à ce mouvement. Comme ce liquide s'écoule par l'orifice* 3, *la boîte peut tourner lentement. Un moment arrive où le toc* 18 *vient en contact avec l'extrémité inférieure du levier* 12 *et l'entraîne avec lui, puis, quand le contrepoids* 19 *dépasse la verticale, il fait basculer le levier* 12 *dont le butoir* 14 *soulève brusquement le levier* 9. *Le cavalier* 10 *quitte les godets, et, le circuit étant interrompu, l'extinction se produit.*

ment d'un des bras de celui-ci, celui qui porte les plongeurs, lesquels viennent prendre contact avec le mercure des godets, fermant ainsi le circuit sur les lampes.

En outre, il existe un basculeur qui est formé par une petite tige dressée soit verticalement, soit obliquement, pouvant pivoter vers la droite ou vers la gauche sur un axe passant par son milieu, mais de quelques degrés seulement, car sa course est limitée par des butées, et elle porte à son sommet un lingot d'un certain poids, ce qui fait qu'elle est en équilibre instable, reposant toujours sur l'une des butées de droite ou de gauche. Sa partie inférieure au repos établit un contact entre le fil de la ligne et celui de la bobine, et elle porte, vers son milieu, une pièce en saillie, ou ergot, qui, lorsque le noyau de la bobine s'abaisse est heurté par un bras ou doigt fixé au sommet dudit noyau. Le choc la fait basculer sur son axe, et sa tête, quittant la butée sur laquelle elle repose, est lancée sur la butée opposée, ce qui a pour effet de rompre le contact entre la ligne et la bobine et de couper le courant dans celle-ci. Quand la tige du noyau se relève, l'ergot est encore heurté par le bras, mais, cette fois, en sens contraire, et la manœuvre inverse s'exécute. Le courant se rétablit instantanément dans la bobine qui est prête à fonctionner de nouveau.

On peut voir ce basculeur dans ses deux positions, vers le centre de l'appareil, entre les godets à mercure et le sommet de la bobine, sur les deux reproductions photographiques que nous publions à la page 294.

Le réglage se fait à l'aide de deux écrous placés sur la glissière de la tige verticale. On les desserre avec deux broches enfoncées dans les trous pratiqués dans leur épaisseur ;

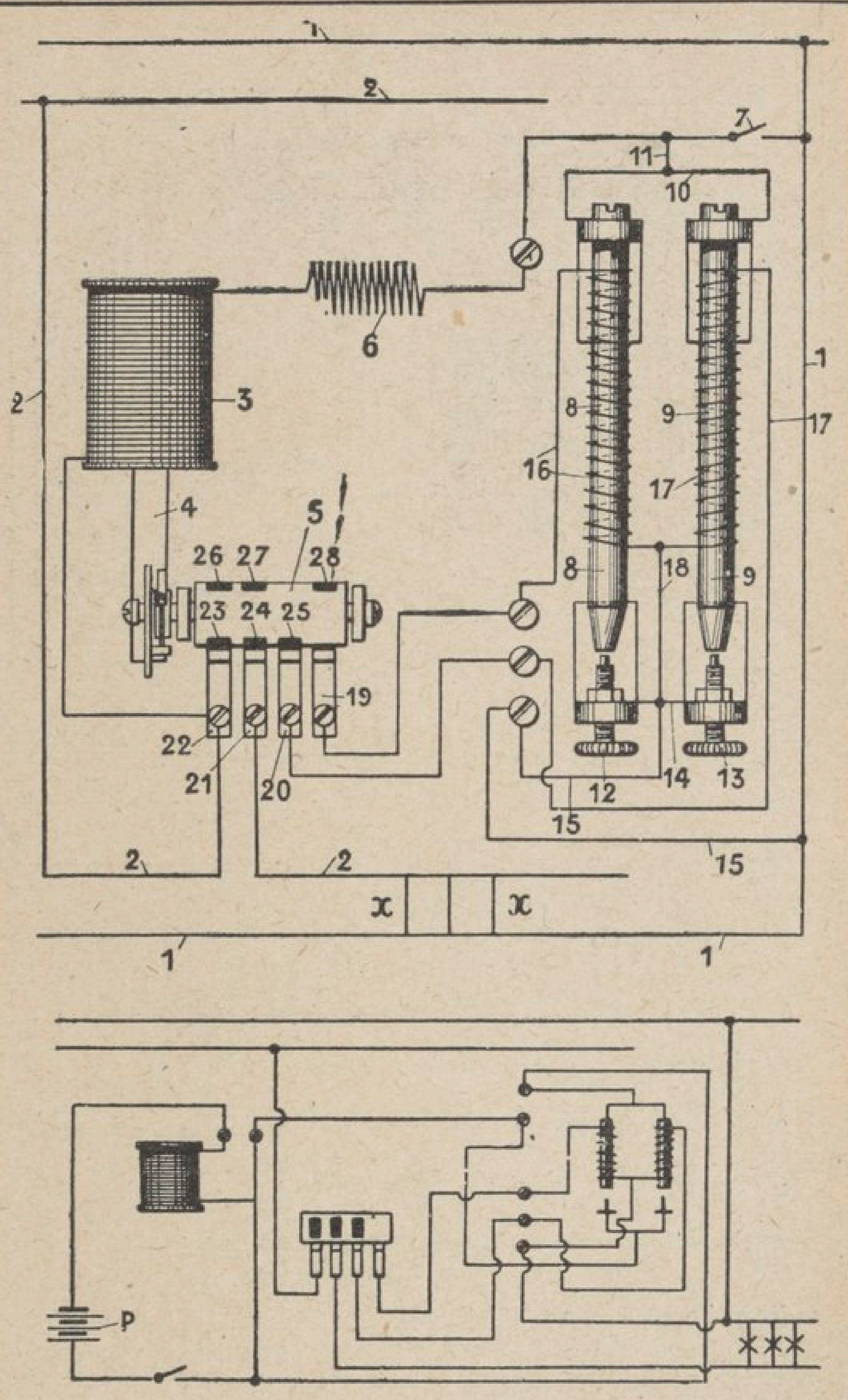
ensuite on les fait monter ou descendre plus ou moins sur la glissière. Leur position vers le sommet correspond à une durée plus courte d'allumage (en limitant au minimum la course de la tige verticale), et, inversement, leur fixation vers le bas, permettant la course maximum de ladite tige, donne un éclairage de plus longue durée.

L'appareil étant réglé exactement pour le nombre de minutes voulu, on bloque les deux écrous l'un sur l'autre à l'aide de deux broches.

Les autres appareils qui n'utilisent pas le mouvement d'horlogerie pour le réglage de leur minuterie sont assez divers et de valeur variable. Celui breveté par M. Bendixen est à frein à air, assez semblable au frein des obturateurs d'appareils photographiques. Il porte un ballon ou soufflet que fait gonfler la pression produite sur un bouton et dont le temps nécessaire à son dégonflement détermine la durée d'éclairage des lampes (figure page 297).

Une bobine attire rapidement son armature (ou noyau) qui, ensuite, rétrograde lentement sous l'action d'un frein antagoniste, gazeux ou liquide, après avoir manœuvré un commutateur avec lequel, toutefois, elle n'a pas de liaison fixe. Un cliquet saisit ce commutateur et le maintient pendant le temps voulu, préalablement fixé, dans la position de fermeture du courant, c'est-à-dire d'allumage des lampes; puis il se trouve dégagé par l'armature (ou noyau de la bobine) quand celle-ci achève son mouvement de recul. Il reprend alors aussitôt sa position normale de repos.

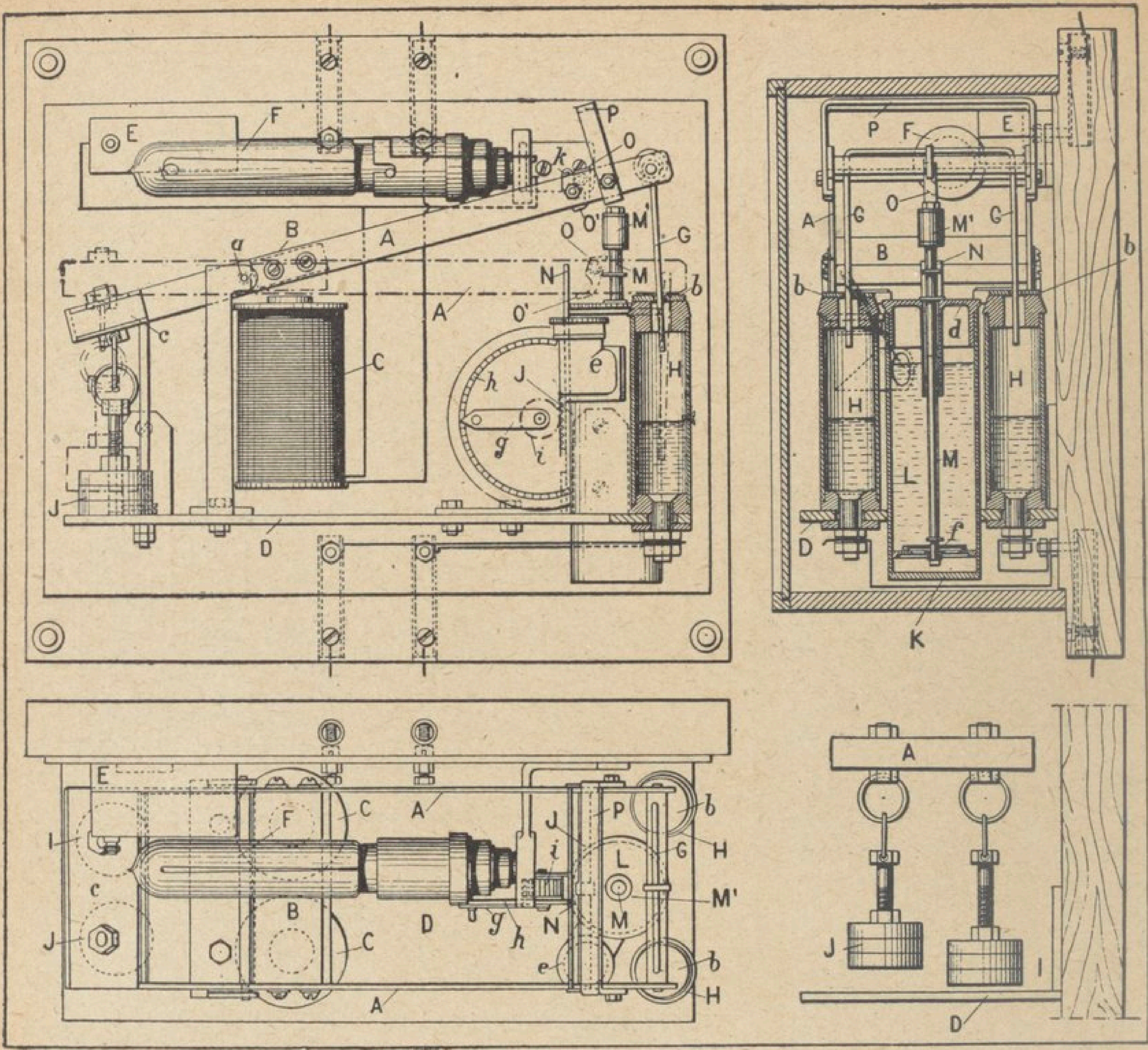
Assez semblable dans son principe au précédent est le système breveté de M. Courtois qui comporte un piston se déplaçant dans un cylin-



SYSTÈME DE MINUTERIE DE MM. PICARD ET LEBAS, A CRAYONS DE ZINC DILATABLES

(Le schéma supérieur montre l'appareil monté sur le secteur; le schéma inférieur le représente monté sur une batterie de piles.)

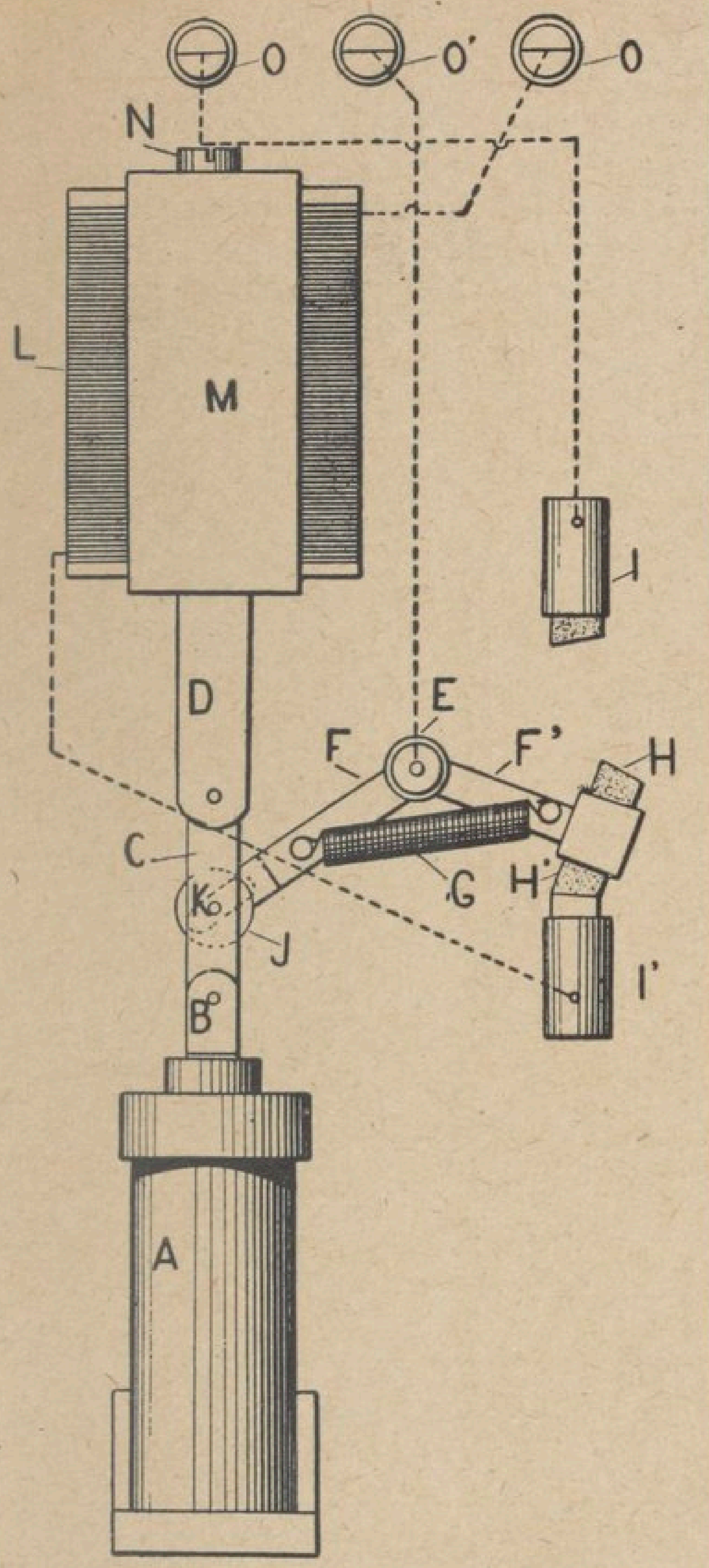
1 *et* 2, *fils de la ligne;* 3 *et* 4, *bobine et son noyau;* 5, *commutateur à plusieurs contacts;* 6, *résistance;* 7, *interrupteur;* 8 *et* 9, *crayons de zinc;* 10, *fil reliant les supports de ces crayons;* 11, *autre fil connectant le fil* 10 *à la bobine;* 12 *et* 13, *vis platinées, en regard des bouts libres des crayons, reliées par un fil* 14 *connecté lui-même au secteur par le fil* 15; 16 *et* 17, *résistances entourant les zincs, qui sont reliées entre elles à une de leurs extrémités et par le fil* 18 *aux vis* 12 *et* 13. *La résistance* 16 *est reliée par son autre extrémité au balai 19 et la résistance 17 au balai* 20; *aux balais* 21 *et* 22 *aboutissent les tronçons du fil* 2 *allant aux lampes. Enfin, le commutateur en matière isolante porte, suivant une génératrice, trois contacts,* 23, 24 *et* 25, *et, suivant une autre génératrice diamétralement opposée, trois autres contacts,* 26, 27 *et* 28.



APPAREIL DE M. COURTOIS, MUNI D'UN FREIN A GLYCÉRINE (VUES DE FACE ET DE COTÉ, ET, AU-DESSOUS, COUPES PARTIELLES)

A, *cadre qui oscille en* a ; B, *noyau d'une bobine* C *montée sur* D ; E, *coupe-circuit ;* F, *lampe ;* G, *plongeurs ;* H, *godets à mercure sur le circuit des lampes ;* b, *rondelle ;* c, *masse lestant l'extrémité du cadre* A *opposée aux plongeurs, laquelle porte deux contrepoids réglables (l'un* I *sert à vaincre la force magnétique de la bobine après le passage du courant, l'autre* J, *un peu plus élevé, tend à faire remonter les tiges* GM, *pour couper le circuit d'éclairage) ;* K, *piston dans un cylindre* L *rempli de glycérine par le conduit latéral* e *dont le haut étant obturé par le bouchon* d, *laisse le passage à la tige* M ; f, *soupape qui se ferme à la montée du piston et s'ouvre à la descente ;* g, *index ;* h, *secteur gradué ;* i, *pignon ;* j, *crémaillère ;* N, *barre verticale ;* O, *crochet articulé sur le cadre* A, *disposé de telle sorte que, lorsque celui-ci est attiré par la bobine, il se trouve entre la barre* N *et la tige* M *du piston* K *terminée à sa partie supérieure par un renflement* M^1 ; O^1, *bec du crochet* O ; P, *étrier appuyant sur la tige* M *pour l'obliger à descendre et recommencer sa course complète dans le cas où, pour une cause quelconque, le courant est lancé dans la bobine avant la fin de la course de remontée du piston, lorsque le circuit d'éclairage est encore fermé.*

dre rempli de glycérine. Il est solidarisé pendant un certain temps — que l'on détermine préalablement au moyen d'un index se déplaçant sur un secteur gradué — avec un cadre oscillant attiré par un électro-aimant quand celui-ci est traversé par un courant, et qui ferme le circuit d'éclairage jusqu'à ce qu'il se désolidarise du piston. Ce dernier, qui remonte lentement par suite de la résistance que lui oppose la glycérine, et grâce à un contrepoids d'équilibrage, retombe de lui-même par le fait de l'ouverture de sa soupape, laquelle reste fermée pendant la durée de son ascension. Le cadre oscillant ferme le circuit des lampes au moyen de deux tiges plongeant dans du mercure pendant tout le temps où il reste solidarisé avec le piston ; leur sortie du



APPAREIL DE MINUTERIE D'ESCALIERS A FREIN A GLYCÉRINE IMAGINÉ PAR M. PRUDENCE

A, cylindre rempli de glycérine; B *et* C, *pièces d'un raccord-chape reliant la tige du piston du cylindre, d'une part, au noyau* D *d'une bobine* L *cuirassée de fer doux* M, *et, d'autre part. à la branche* F *d'un interrupteur à compas* E, *dont les deux branches* F F' *sont soumises à l'action d'un ressort* G ; H *et* H', *contacts en charbon;* I *borne-contact pour l'allumage, et* I' *pour extinction;* J, *pièce isolante;* K, *vis d'entraînement de la branche* F *pouvant librement se mouvoir dans une fente de la pièce* J *formant glissière;* N, *vis de réglage de la course du noyau* D *pour la durée d'éclairage;* O et O', *bornes du circuit d'éclairage ;* O, *borne à laquelle est relié le fil des boutons.*

mercure coupe le circuit d'éclairage et les lampes s'éteignent instantanément.

Le fonctionnement a lieu comme suit :

Lorsque le cadre, sous l'action du courant que l'on fait passer dans l'électro-aimant, est brusquement attiré et abaisse dans les godets à mercure les tiges qui forment le circuit d'éclairage, un crochet glisse contre un renflement porté par la tige du piston qui se déplace dans le cylindre rempli de glycérine, et, par conséquent, n'actionne pas celui-ci. Mais le cadre, qui est sollicité par les contrepoids, tend à faire remonter les tiges des godets à mercure, et c'est alors que ledit crochet, qui est venu s'engager sous le renflement de la tige du piston à glycérine, relève celle-ci, tant que son bec appuie contre une petite barre verticale placée à sa gauche. La dite tige remonte doucement par l'effet du piston sur la glycérine, jusqu'à ce que le bec du crochet échappe de la petite barre verticale. Le crochet bascule alors, mais il est limité dans son basculement par une petite tige d'arrêt portée par un bras du cadre ; il libère le cadre, qui pivote sur son axe, grâce aux contrepoids, et fait remonter les tiges des godets qui, sortant du mercure, coupent le circuit d'éclairage.

On comprend que la durée de remontée du piston du cylindre à glycérine soit proportionnelle à la hauteur de la petite tige verticale sur laquelle appuie le bec du crochet, et il est facile de modifier cette durée au moyen de l'index que l'on voit sur les dessins de l'appareil à la page précédente.

L'appareil de MM. Picart et Lebas est basé sur la dilatation d'une tige métallique chauffée par un courant électrique. Une dérivation du courant des lampes passe dans une résistance qui entoure un crayon de zinc et l'échauffe ; en se dilatant, il vient prendre contact par son extrémité avec une butée réglable, qui est connectée avec le commutateur, lequel se trouve ainsi actionné automatiquement et coupe le courant sur les lampes. (Voir la figure à la page 299.)

Le réglage de la butée permet de déterminer rigoureusement le temps pendant lequel les lampes resteront allumées.

Le commutateur étant à plusieurs directions, on utilise deux crayons de zinc qui fonctionnent à tour de rôle, ce qui fait que le courant électrique ne peut passer dans la résistance du crayon de zinc qui s'est dilaté en dernier lieu et qui pourrait ne pas avoir eu le temps de se refroidir et de reprendre en même temps sa longueur normale primitive.

M. Jublin a fait breveter un appareil semblable avec cette seule différence que c'est

une gaine de zinc, entourant une lampe intercalée dans le circuit, dont la dilatation progressive produit le contact qui détermine l'ouverture du circuit d'éclairage.

Un autre appareil à frein a été breveté par M. Prudence en 1912. Un piston à montée rapide et descente lente, mobile dans un cylindre rempli de glycérine, commande un interrupteur à compas dont les branches sont soumises à l'action d'un ressort destiné, lorsqu'il a franchi le point neutre, à ouvrir ou fermer brusquement le courant des lampes par butée de contacts appropriés, soit sur la borne d'allumage, soit sur celle du coupe-courant. (Voir le schéma page précédente.)

L'appareil breveté la même année par M. Bardon se caractérise par un disjoncteur provoquant automatiquement l'ouverture du circuit. Il comprend un récipient contenant du mercure et garni d'une ou de plusieurs cloisons radiales percées d'ouvertures de faible diamètre, lequel peut être retourné au moment où le courant passe dans l'électro et ferme ainsi l'interrupteur du circuit.

Le mercure s'écoulant lentement retarde le retour du récipient à sa position primitive sous l'action de son mécanisme de rappel, et l'ouverture de l'interrupteur est produite par un basculateur dont le récipient provoque le déclanchement dans sa course de retour.

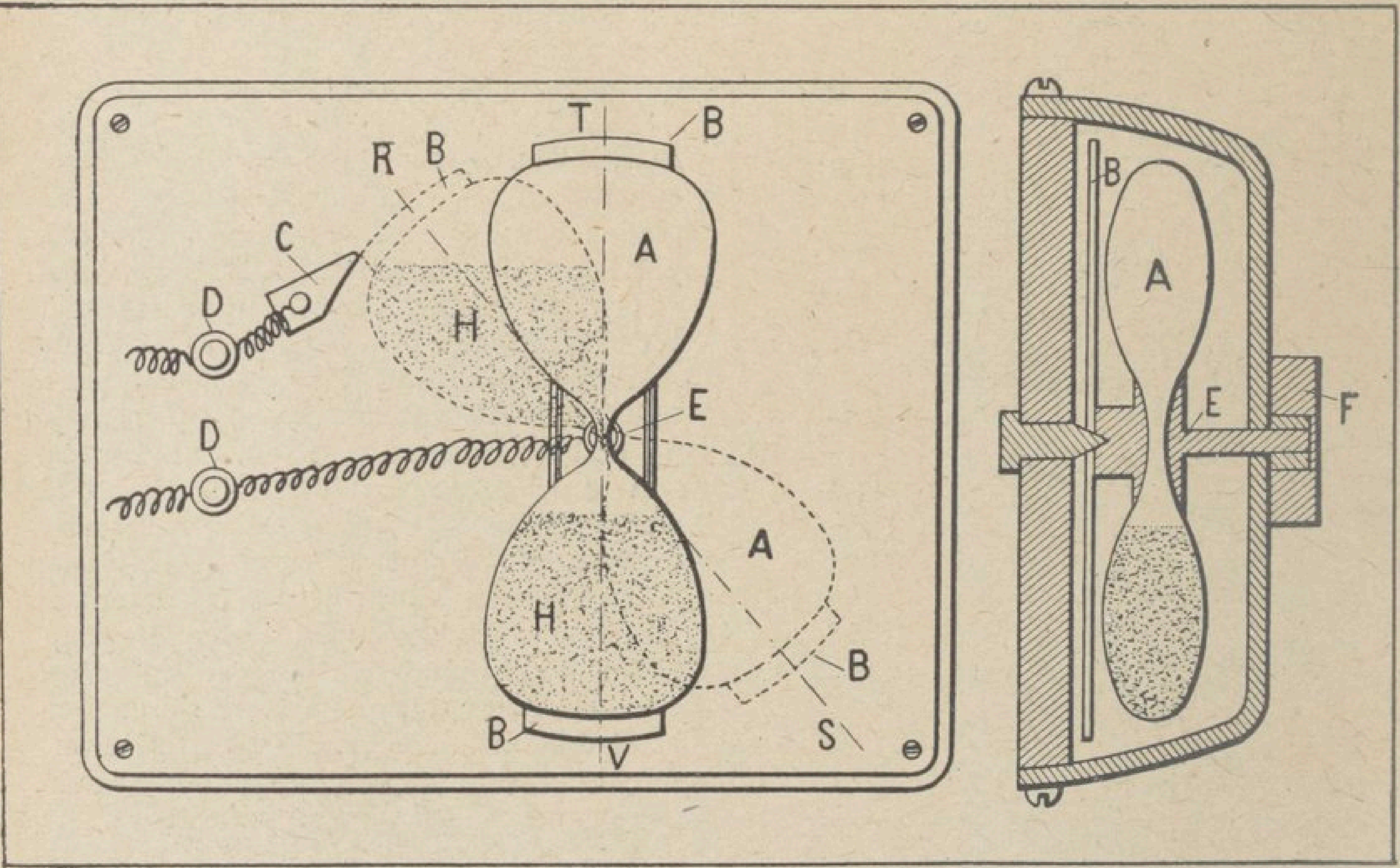
Enfin, MM. Frizi, Cardinetti et Pagani ont fait breveter en 1914 un appareil ingénieux qui a le mérite de la simplicité. Il est basé, disent les inventeurs, sur les lois qui régissent l'équilibre des corps tournant sur un axe.

En plaçant un sablier pouvant tourner sur un axe passant par son milieu dans une position oblique (comme il est représenté ci-dessous en pointillé), de façon que le sable se trouve dans le compartiment du haut, il cherchera à s'équilibrer en portant la partie la plus pesante en bas, mais il en est empêché par une lamelle métallique qui lui est solidaire et qui se déplace avec lui, laquelle vient en contact avec une butée, formant ainsi un circuit fermé permettant l'allumage des lampes de l'escalier ou des corridors.

Mais le sable, s'écoulant par l'étranglement du sablier, passe dans le compartiment du bas, et l'appareil, cherchant toujours à s'équilibrer, se portera dans la direction verticale (représentée sur la figure en traits pleins), détachant la lamelle de la butée et coupant ainsi le circuit d'éclairage.

Telles sont les principales minuteries.

Constantin Sospel.



APPAREIL DE MM. FRIZI, CARDINETTI ET PAGANI (VUES DE FACE ET DE COTÉ)

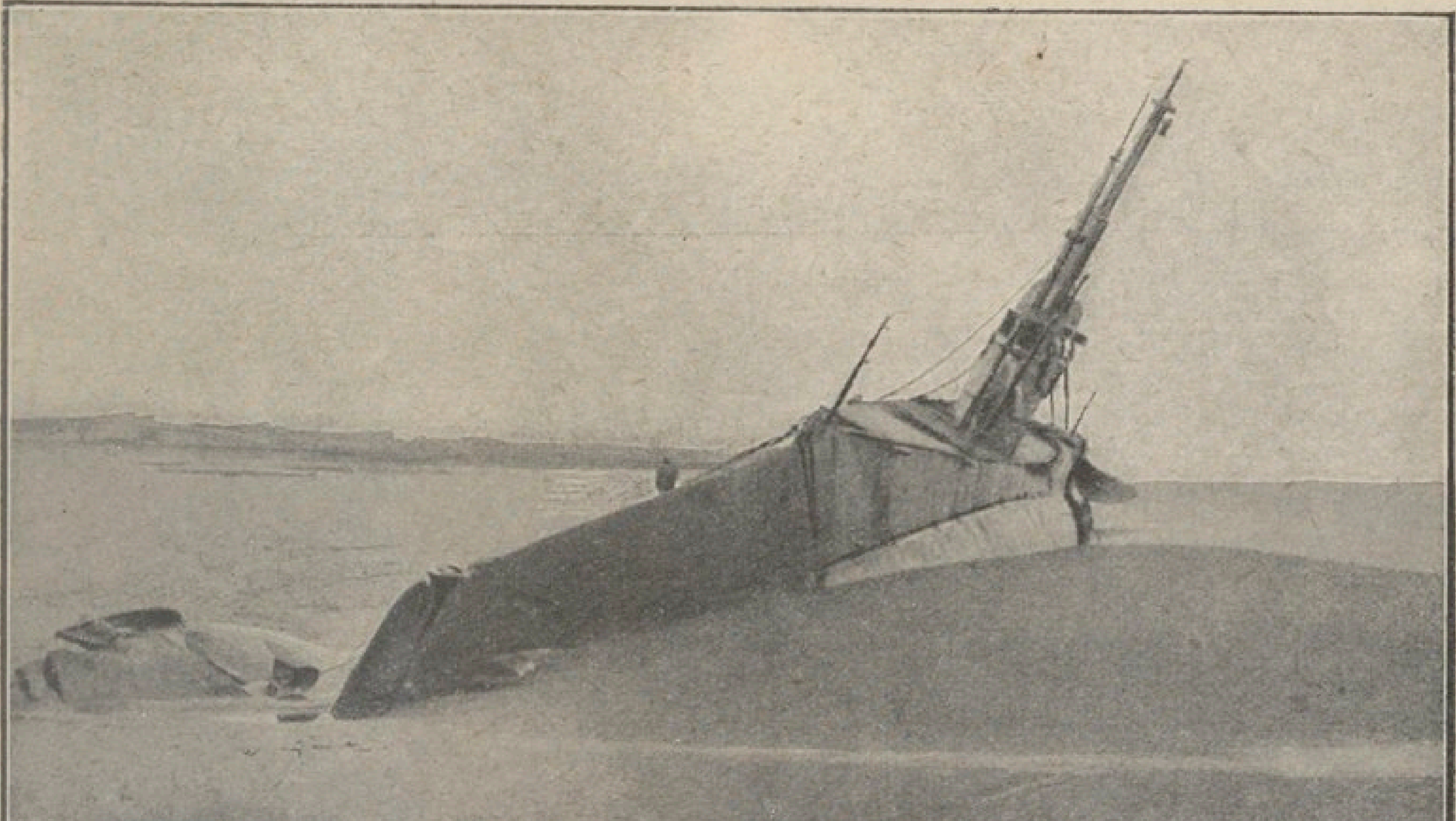
A, *sablier;* B, *plaque de contact sur le circuit des lampes;* C, *butée;* D, D, *bornes du circuit;* E, *axe de pivotement du sablier;* F, *clé pour retourner le sablier;* H H, *sable;* R S, *position d'allumage (en ligne pointée);* T V, *position de repos (hors circuit) ou d'extinction.*

LE RELEVAGE DES SOUS-MARINS ET DES NAVIRES ÉCHOUÉS OU COULÉS

Par Stephen **WOLFRAN**

DANS un article publié dans un des numéros spéciaux de *La Science et la Vie*, nous avons signalé quelques-uns des moyens et méthodes de sauvetage et de relevage des navires coulés ; l'abondance des matières ne nous avait pas permis de parler des déséchouages, lesquels, d'ailleurs, s'opèrent presque toujours de la même manière, c'est-à-dire par traction sur le navire immobilisé, après que ce dernier a été allégé de tout ou partie de sa cargaison, et alors que la marée est à son plein. Les circonstances de l'échouage ne permettent pas toujours, cependant, de tenter la remise à flot par ce procédé. Si l'on se trouve en présence de conditions qui sortent de l'ordinaire, il faut bien mettre en œuvre des moyens spéciaux ; le cas du sous-marin américain « H-3 », qui s'échoua en décembre 1916, par temps de brume, sur la plage de Samoa, près de la ville d'Eureka (Californie), en fournit un exemple caractéristique, en même temps qu'il donne une preuve de l'ingéniosité et de l'habileté des spécialistes appelés à résoudre ces problèmes difficiles et délicats.

Quelques jours après l'accident, le département de la Marine des Etats-Unis avait fait une enquête pour déterminer s'il était plus avantageux de renflouer le navire ou de le transporter au delà du banc de sable sur lequel il se trouvait, afin de le remettre à flot dans la baie de Humboldt, éloignée d'environ un mille terrestre. Cette enquête conclut à la possibilité de renflouer le navire, et, en conséquence, les autorités navales américaines envoyèrent sur les lieux le



LE SOUS-MARIN AMÉRICAIN « H-3 » ÉCHOUÉ SUR LA PLAGE DE SAMOA (CALIFORNIE)

Le bâtiment est représenté ici plusieurs mois après l'accident, en grande partie enfoui dans un banc de sable mouvant sur lequel le croiseur américain Milwaukee, *envoyé sur les lieux pour tenter le renflouage, fut lui-même drossé par les courants et complètement perdu.*

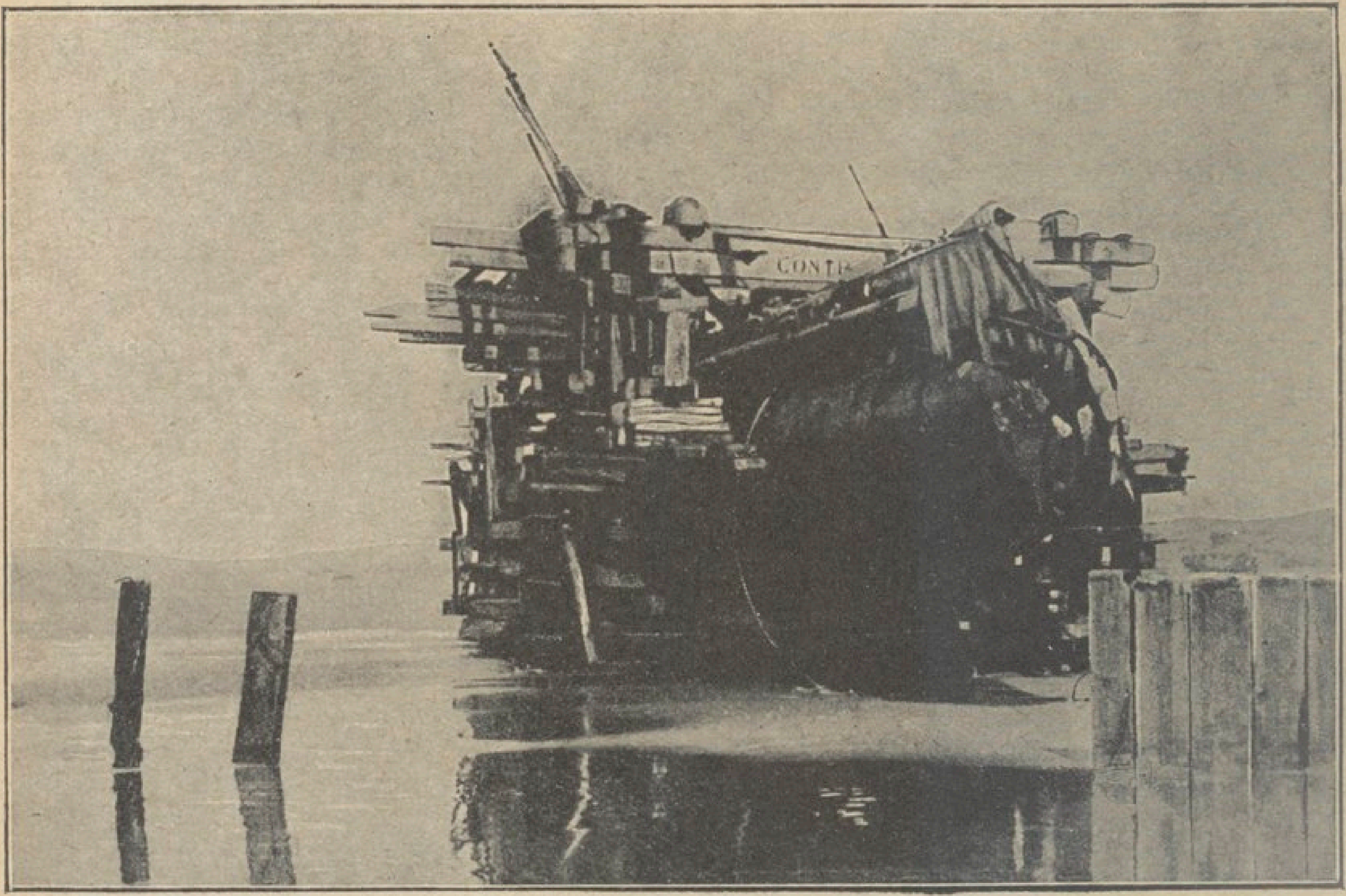
croiseur *Milwaukee* pour tenter l'opération.

Après plusieurs tentatives infructueuses, le croiseur fut drossé lui-même par les courants sur le même banc de sable et ne put être renfloué. On dut l'abandonner.

Ce cruel échec décida la Marine des Etats-Unis à accepter les propositions d'une maison privée, la Compagnie Mercer-Fraser, d'Eureka, qui offrait, non pas de renflouer le sous-marin, mais de le désensabler, le relever, le transporter et le remettre complètement à flot dans la baie de Humboldt.

L'opération, déjà difficile par elle-même, était rendue encore plus ardue du fait que la marée ne permettait que quelques heures de travail par jour et que, depuis l'échouage, le navire s'était plus profondément enlisé. Il fallait d'abord, et c'est ce qu'on avait jusque-là jugé impossible à réaliser, passer sous le navire sept câbles d'acier de 50 millimètres de diamètre ; or, le sous-marin reposait sur du sable mouvant, ce qui ne permettait pas de creuser autour ou au-dessous du navire. D'ailleurs, aurait-on pu le faire qu'il eût été impossible d'assécher l'excavation. La manière dont fut résolue la difficulté, qui paraissait insurmontable, mérite d'être signalée, tant par son originalité que par le succès dont elle fut couronnée.

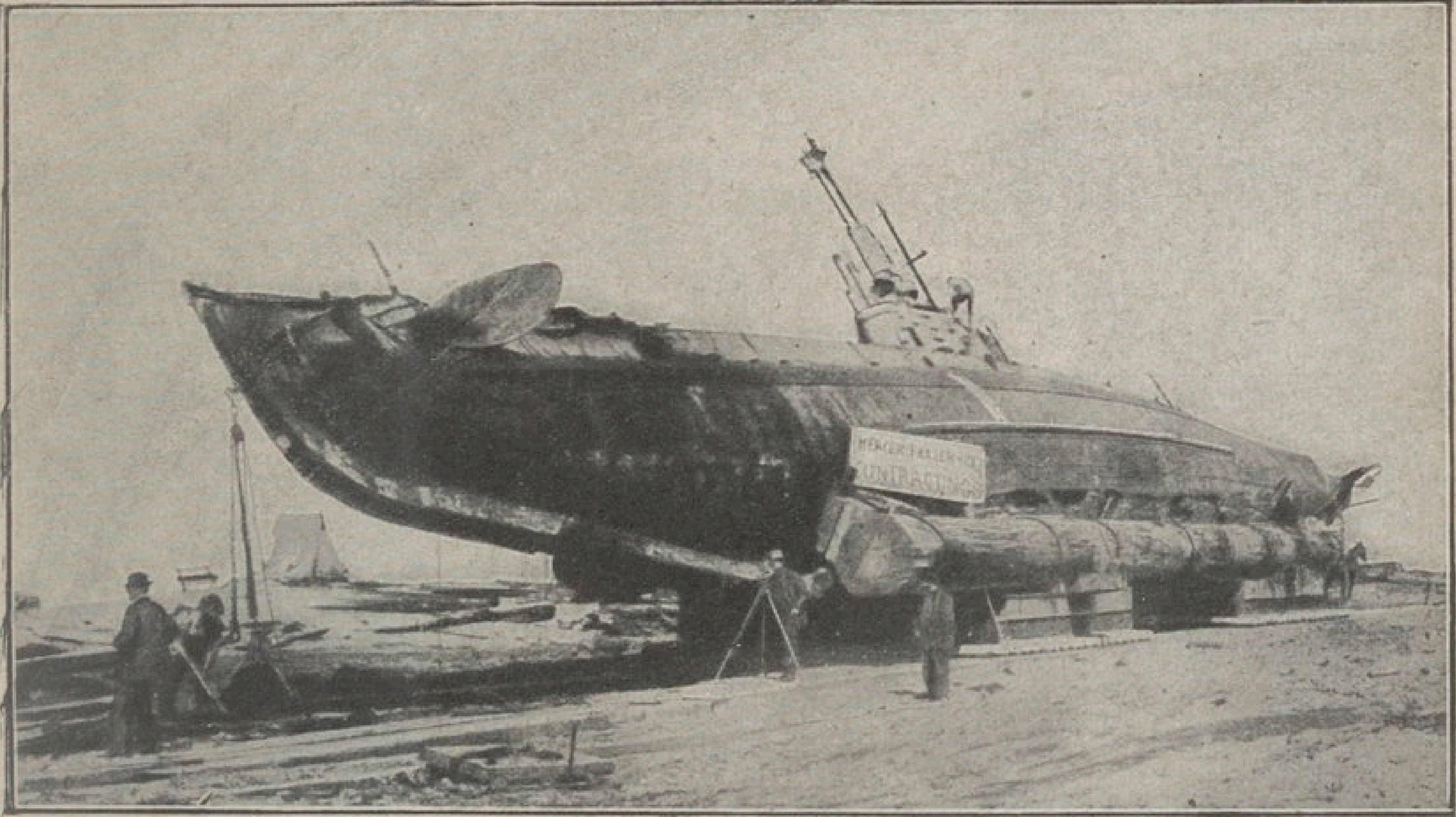
Une pompe aspirante et foulante fut installée sur la plage et mise en communication avec la mer ; il y fut branché une manche en toile souple de 50 millimètres de diamètre, dont l'extrémité libre fut assujettie à un tuyau métallique assez long que dépassait une aussière ou passeresse de petit diamètre traversant le tuyau et la manche sur une certaine longueur. Le tuyau fut placé à l'endroit où l'on voulait faire passer le premier câble de levage et sous un certain angle. On refoula alors à toute puissance de l'eau dans l'ensemble de la canalisation ; cette eau, en travaillant le sable, creusait celui-ci en avant du tuyau incliné, permettant à ce dernier de s'enfoncer graduellement sous le navire. Ceci supposait nécessairement que la manche de toile avait, au début de l'opération, un certain mou permettant au système de s'allonger. Lorsqu'on estima que le tuyau métallique se trouvait sous



CONSTRUCTION EN BOIS ÉLEVÉE AUTOUR DU BATIMENT POUR FACILITER SON RELEVAGE

Lorsque, par la méthode décrite dans l'article, les câbles de relevage furent passés sous le navire, on établit sur le sable une solide plate-forme reliée par des montants latéraux à une autre plate-forme surmontant le sous-marin et sur laquelle furent installés quatorze vérins de 50 tonnes de force de levage chacun. Ces vérins travaillèrent à raison de deux par câble, un de chaque côté.

le bâtiment, on continua à refouler de l'eau dans la conduite, mais avec moins de force, de manière à perméabiliser les couches de sable de l'autre côté du navire, afin de pouvoir, à un certain moment, enfoncer dans ce sable, sous un angle et un alignement tels que son extrémité inférieure rencontrât celle du premier tube, un autre long conduit métallique destiné à prolonger le premier. Ceci conduisait, en somme, à former un tunnel sous le sous-marin. L'opération terminée, on introduisit dans le second



LE SOUS-MARIN, DÉSENSABLÉ, FAIT ROUTE POUR LE LIEU DE REMISE A FLOT, ÉLOIGNÉ DE PRÈS DE DEUX KILOMÈTRES

De l'endroit où le navire fut relevé à celui où il fut remis à flot, on construisit un chemin de bois sur lequel le sous-marin fut halé par des moyens mécaniques et un moufle à cinq réas. Le bâtiment reposait sur des rouleaux convenablement espacés sur toute la longueur du chemin de bois.

tuyau une sorte de gaffe au moyen de laquelle il fut possible de crocher l'extrémité de la passeresse traversant la première canalisation. En attachant à l'autre extrémité de cette passeresse le câble de levage, il devint aisé de faire passer ce câble sous le navire. L'opération fut répétée sept fois avec un égal succès, et l'on put alors entreprendre celle du relevage du navire.

Pour cela, on établit de chaque côté du sous-marin une large et solide plate-forme, posée sur le sable et reliée par des montants latéraux à une deuxième plate-forme surmontant le sous-marin. On disposa sur cette dernière quatorze vérins d'une puissance de levage de 50 tonnes chacun, accouplés à raison d'une paire par câble, les sept câbles étant répartis sur toute la longueur du corps de l'épave et formant autant de boucles autour de lui. Le navire pesait un peu plus de 400 tonnes ; cela laissait, comme on le voit, une marge importante pour compenser l'effet de succion et d'adhérence du sable sur la coque du sous-marin. On réussit de cette manière à désenliser la masse et à la soulever. Ce résultat obtenu, on construisit un chemin de bois partant de dessous le navire et aboutissant à la mer, dans la baie de Humboldt, éloignée, comme nous l'avons dit, de plus de un kilomètre et demi. Des rouleaux furent espacés à intervalles rapprochés tout le long de ce chemin. Le sous-marin fut posé, par la manœuvre des vérins, sur les premiers rouleaux et on n'eut plus qu'à le haler par des moyens mécaniques très puissants et un moufle à cinq réas, jusqu'au lieu de lancement, ce qui demanda un peu plus d'une semaine. L'opération avait duré au total près de trois mois.

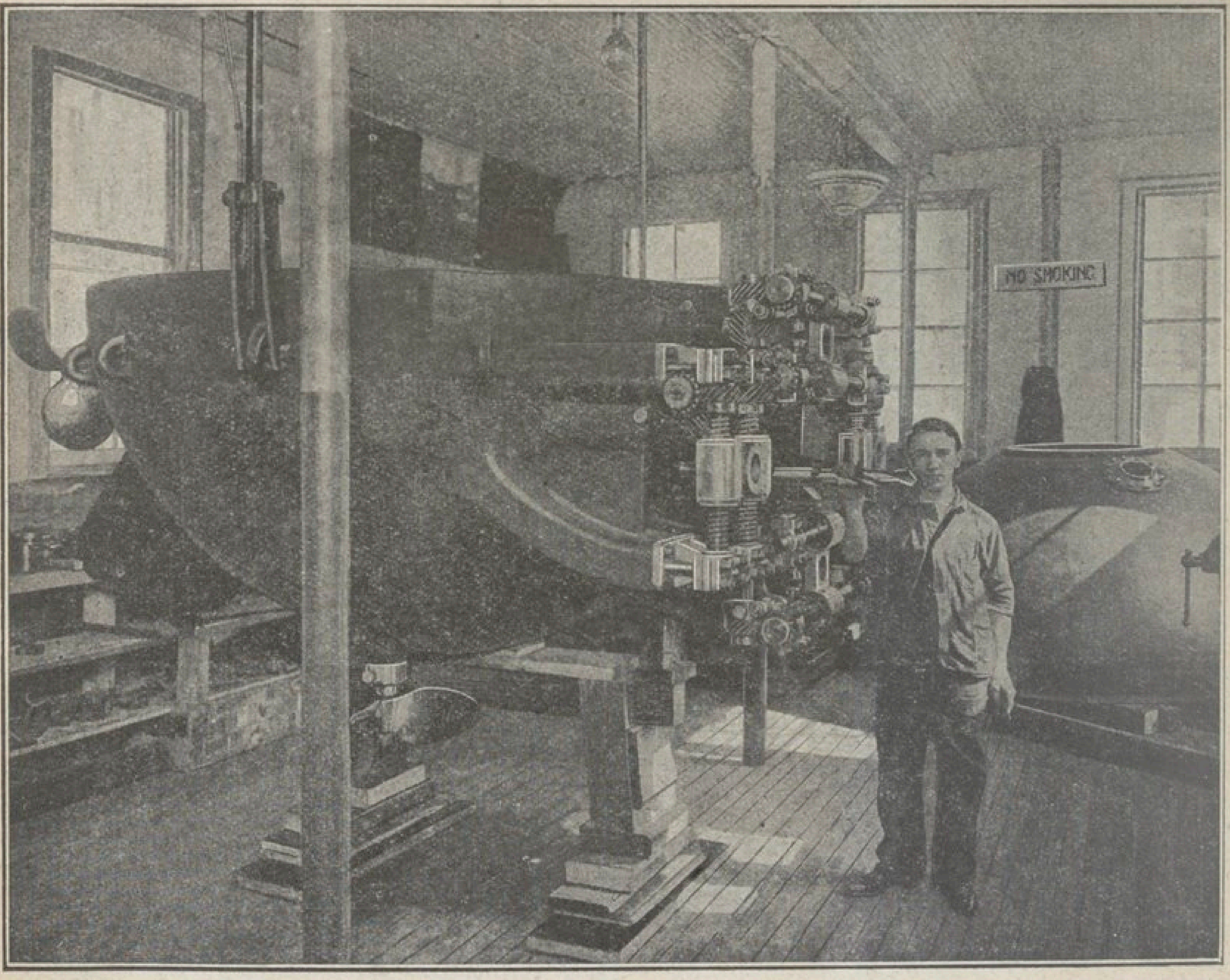
Dans le même ordre d'idées, nous reparlerons maintenant de l'explorateur sous-marin de M. W.-D. Sisson, l'un des derniers en date des appareils sphériques utilisés soit pour renflouer les navires coulés en attachant à leur coque des cylindres d'air destinés à jouer le rôle de flotteurs, soit pour exploi-

ter les épaves. Nous avons déjà donné une courte description de cet intéressant engin dans le n° 28 de *La Science et la Vie.*

L'appareil se présente sous la forme d'une sphère creuse de 2 m. 40 de diamètre, faite en deux parties ; elle est en acier au vanadium, alliage extrêmement résistant ; l'épaisseur de ses parois est de 31 millimètres 75 et son poids, avec celui de la machinerie, est d'environ 6 tonnes. Le navire est un véritable sous-marin, mais captif, en ce sens qu'il est relié par un câble à un navire de surface dont il reçoit l'énergie électrique nécessaire à ses déplacements comme à son travail.

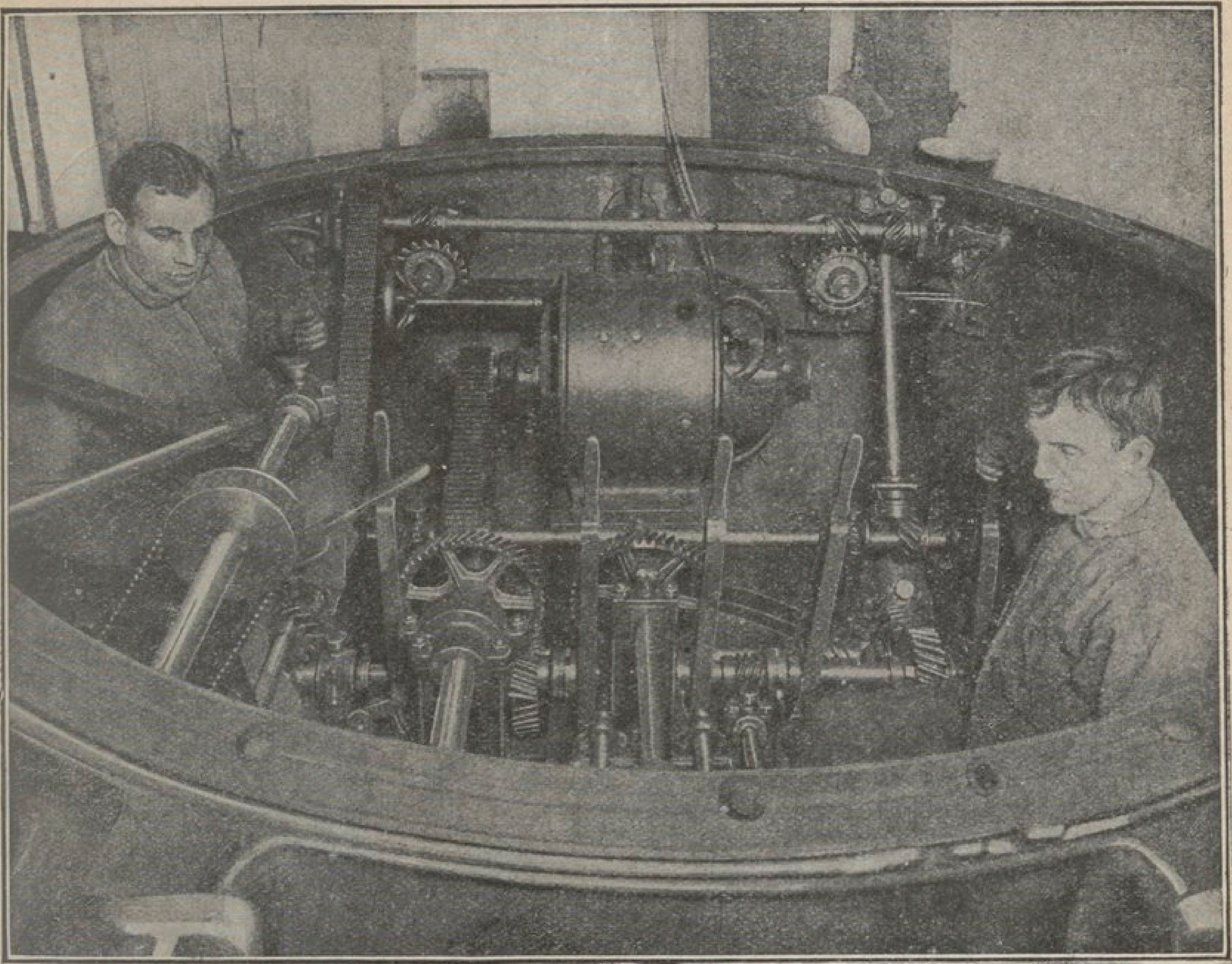
On remarque à l'extérieur de la sphère les pièces de support de quatre électro-aimants au moyen desquels le vaisseau peut se coller aux navires coulés qu'on veut tenter de remonter à la surface, un long foret hélicoïdal de 50 millimètres de diamètre pour percer les coques et un tampon de butée.

Le rôle principal de ce sous-marin spécial est de disposer autour de la coque de l'épave un certain nombre de caissons ou cylindres d'air que l'on a au préalable remplis d'eau, de manière à les faire couler à la profondeur voulue. Les caissons sont descendus un à un et solidement assujettis à l'épave au moyen de boulons, contrairement à l'idée première de M. Sisson, qui était de les attacher à l'aide de bouts de câble passés dans des trous percés dans la coque au moyen du foret dont est muni le sous-marin travailleur. Lorsque tous les cylindres sont en place, ordre est donné téléphoniquement du sous-marin au navire de surface amené sur les lieux de faire la vidange de l'eau introduite dans les caissons ; cette opération s'effectue au moyen de chasses d'air comprimé fournies par des compresseurs installés sur le navire de surface. Les caissons récupèrent ainsi progressivement leur importante réserve de flottabilité et exercent sur le navire une traction graduelle qui doit, si tout a bien



HÉMISPHÈRE INFÉRIEUR DU SOUS-MARIN POUR LE RELEVAGE DES NAVIRES

Ce curieux petit navire, inventé par un ingénieur américain, M. W. D. Sisson, est destiné à fixer autour des navires coulés des caissons susceptibles de permettre de les remonter à la surface. Il doit pouvoir se coller aux coques en fer et en acier grâce à des électro-aimants de grande puissance et est muni, à l'extérieur, d'un gros et long foret actionné électriquement et destiné à faciliter la fixation des caissons.



MACHINERIE INTÉRIEURE DU SOUS-MARIN DE RELEVAGE DE M. W. D. SISSON

Le foret, les deux hélices de propulsion et les deux hélices d'ascension et de descente du navire sont actionnés, au moyen de transmissions et d'engrenages appropriés, par un moteur qui reçoit son courant d'un câble relié au tableau de distribution d'un navire de surface. Les électro-aimants sont alimentés de courant de la même manière. L'air respirable est fourni par un réservoir d'oxygène à soupape.

été calculé, le décoller du fond et le remonter. Les caissons les plus grands ont environ 12 mètres de long et 4 m. 50 de diamètre ; ils peuvent développer chacun une force de levage de 300 tonnes environ.

L'équipage du curieux petit navire ne comporte que deux hommes, plus mécaniciens que marins ; un réservoir d'oxygène, muni d'une soupape auto-régulatrice automatique et placé au sommet de la sphère, leur assure une atmosphère d'air pur.

Deux hélices, que l'on aperçoit en partie sur la photographie ci-dessus, et un gouvernail permettent à la sphère des déplacements dans le plan horizontal, tandis que deux autres propulseurs lui permettent de monter ou de descendre facilement.

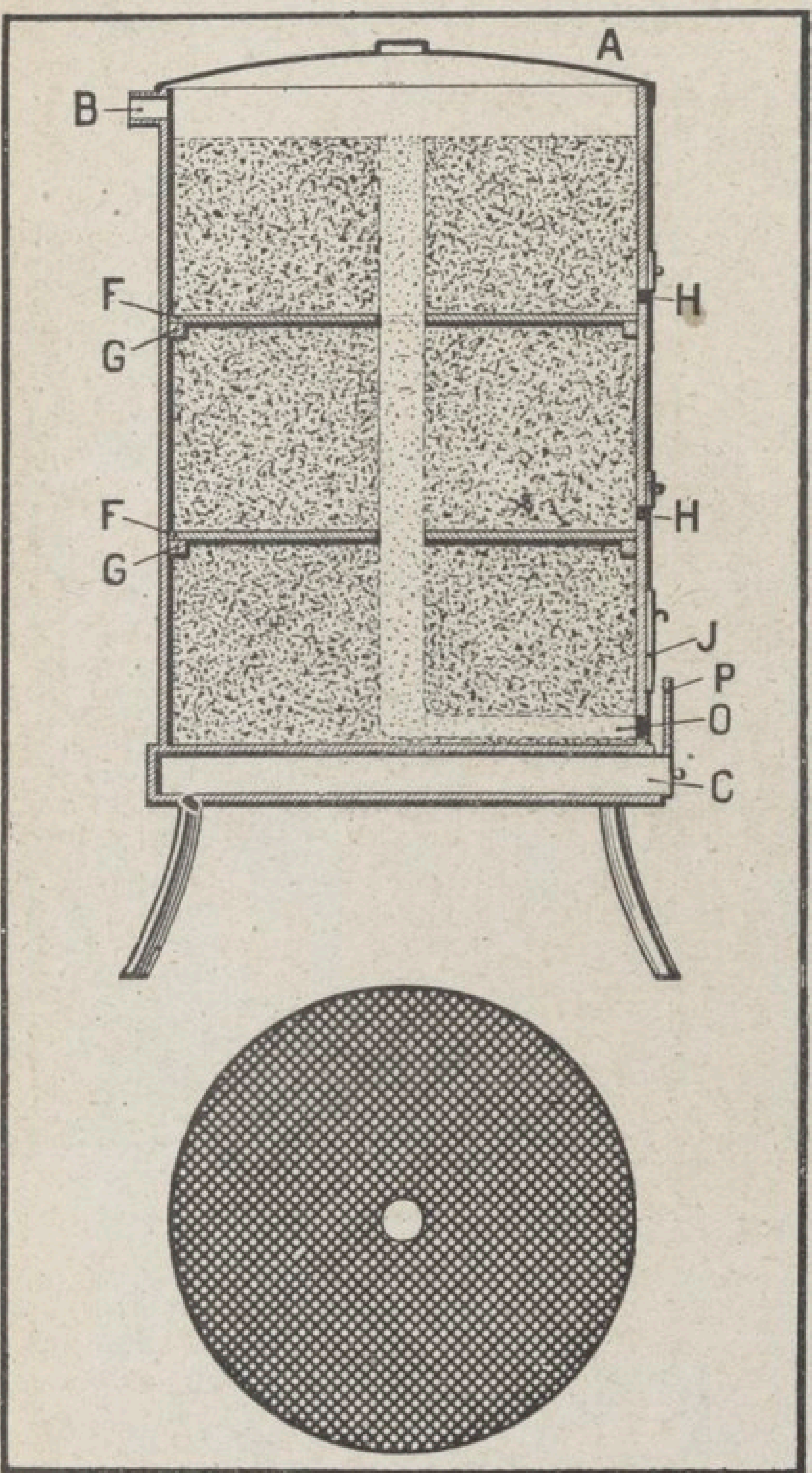
Quatre lampes électriques de 3.000 bougies de puissance éclairante, à atmosphère d'azote, protégées par un grillage et une glace de 50 millimètres d'épaisseur, sont destinées à éclairer le travail du sous-marin, travail qui est suivi par des viseurs munis de puissantes lentilles de grossissement bi-convexes ayant près de dix centimètres d'épaisseur.

Grâce aux ingénieux dispositifs dont il est muni, le curieux navire plongeur de l'ingénieur américain est d'un maniement facile.

M. Sisson a déjà effectué quelques essais avec cet appareil, qu'il ne trouve cependant pas encore au point. Tant de richesses et de navires précieux qui dorment au fond de la mer et que la guerre sous-marine accroît dans des proportions formidables, le tentent comme elles tentent de nombreuses compagnies spécialisées dans ce genre de travail ; l'exemple de plusieurs repêchages heureux et l'exploitation rémunératrice de quelques épaves le soutiennent dans son ardeur. Nous ne pouvons que lui souhaiter de réussir complètement, ne serait-ce que pour enregistrer à l'actif de la science moderne et de l'ingéniosité humaine un succès de plus.

STEPHEN WOLFRAN.

TYPE DE POÊLE A SCIURE DE BOIS



SYSTÈME DE L'INGÉNIEUR BENELLI

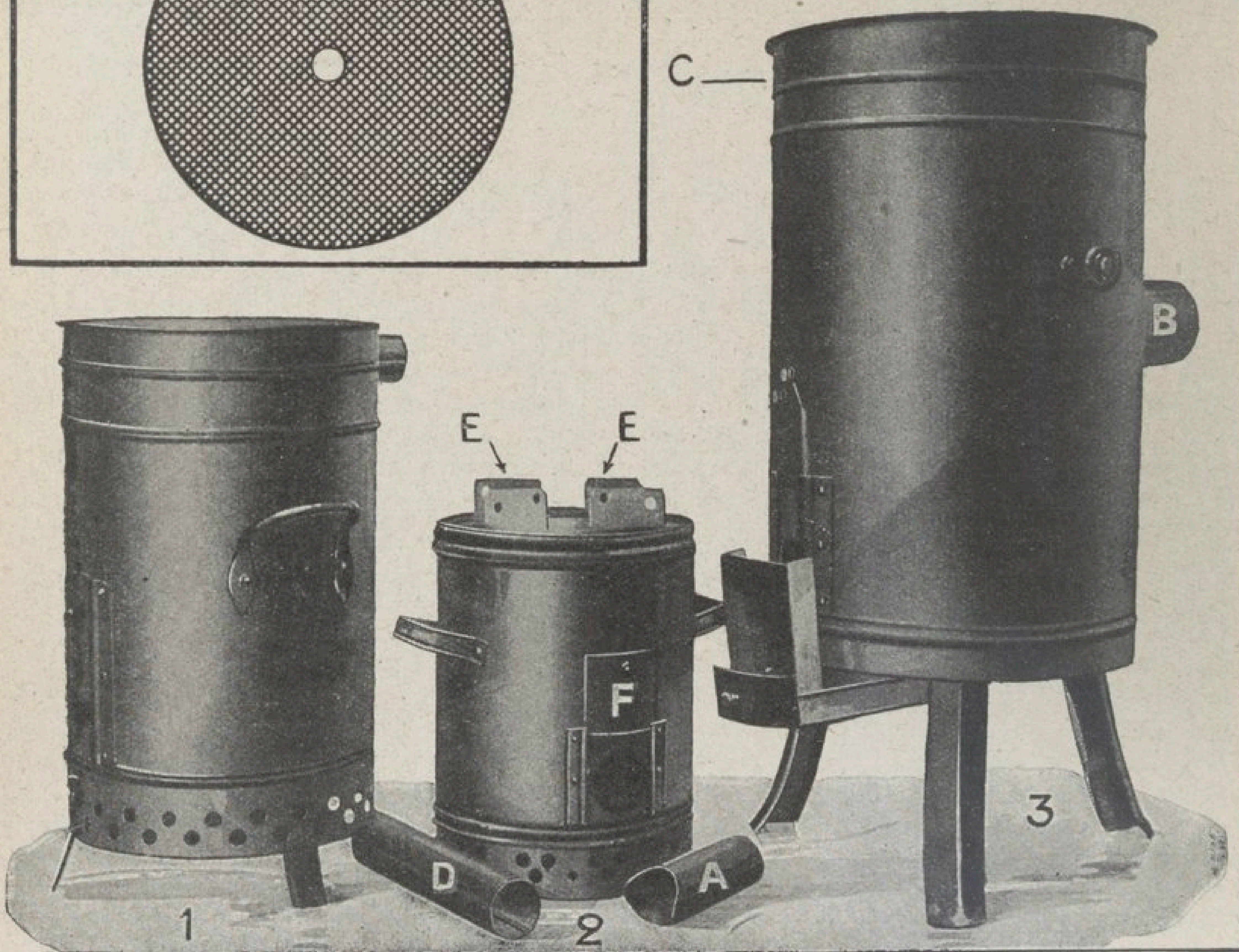
(La figure ci-contre représente une coupe verticale de l'appareil.)

A, *couvercle;* B, *buse pour l'échappement de la fumée dans la cheminée devant laquelle le poêle est installé;* C, *cendrier;* F, *grilles-disques supportant les couches de sciure;* G, *supports des grilles;* H, *petits trous pour la ventilation et le réglage;* J, *porte à coulisse;* O, *ouverture pour l'accès de l'air dans la cheminée de la sciure et pour l'allumage;* P, *pare-étincelles. — En bas, vue en plan de l'une des grilles-disques.*

LÉGENDE DE LA FIGURE INFÉRIEURE :

1, *poêle moyen d'appartement;* 2, *poêle de cuisine pouvant brûler sans dispositif pour l'échappement de la fumée;* 3, *grand poêle d'appartement, vu de trois quarts.*

A, *petit mandrin cylindrique, en tôle, pour ménager la cheminée horizontale dans la sciure;* B, *buse pour la sortie de la fumée et des gaz;* C, *couvercle;* D, *grand mandrin pour ménager la cheminée verticale dans la sciure et se raccordant, à sa partie inférieure, avec le petit mandrin horizontal;* E, *supports des ustensiles de cuisine placés sur le feu;* F, *porte à coulisse.*



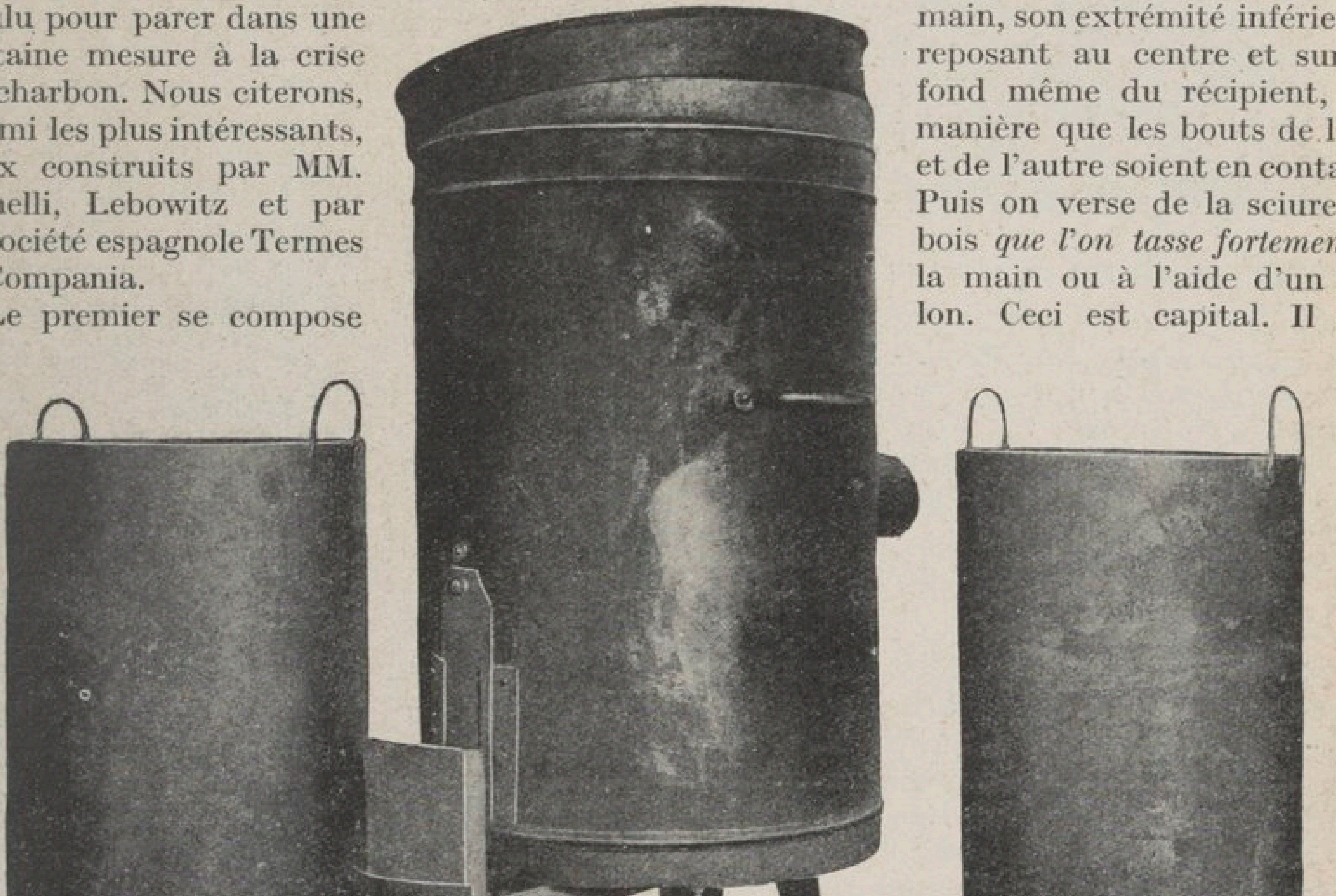
POUR SE CHAUFFER ET CUISINER SANS CHARBON ET SANS GAZ

Par Clément CASCIANI

NÉCESSITÉ est mère d'industrie, dit le proverbe. La pénurie du charbon, moins grave, il est vrai, l'hiver dernier que le précédent, mais cependant cruelle encore pour les pauvres gens, son rationnement, son haut prix, sa mauvaise qualité ont, nécessairement, porté les esprits inventifs à rechercher de nouveaux moyens pour mieux l'utiliser, ou son remplacement par des combustibles moins rares et moins chers, notamment par la vulgaire sciure de bois.

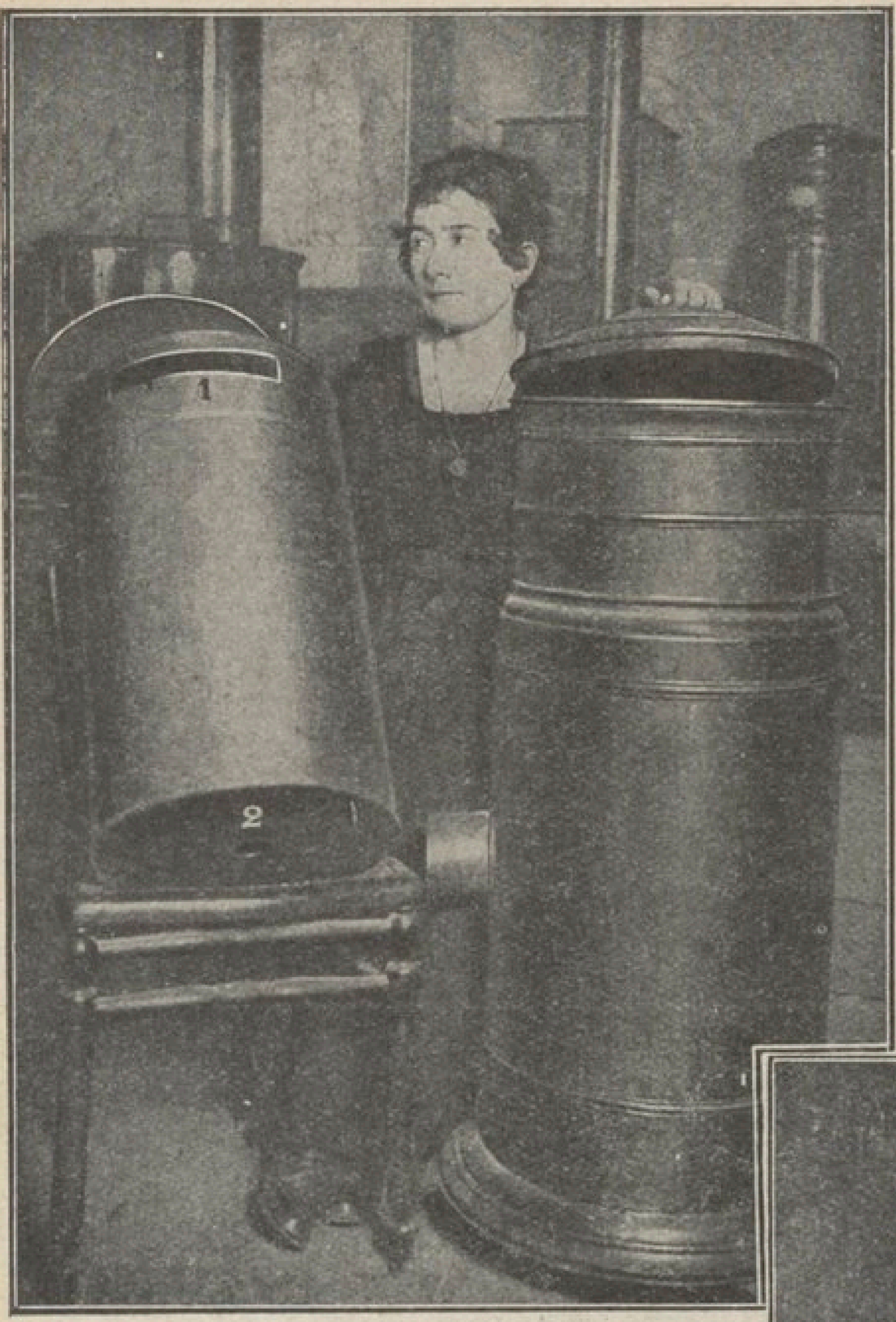
Cette sciure est utilisée dans des appareils inventés ou vulgarisés l'année dernière, et ils sont arrivés en temps voulu pour parer dans une certaine mesure à la crise du charbon. Nous citerons, parmi les plus intéressants, ceux construits par MM. Benelli, Lebowitz et par la Société espagnole Termes y Compania.

Le premier se compose tout simplement d'un récipient cylindrique en tôle, ayant la forme d'un seau, au bas duquel est percé un trou de quelques centimètres de diamètre, dit trou d'air, servant pour le tirage, qu'une petite trappe peut obturer plus ou moins pour régler le feu, et d'un couvercle pour l'extinction. Pour le charger, on introduit un mandrin en bois ou en tôle dans le trou d'air jusqu'à ce qu'il arrive au centre du fond, puis, à angle droit et en liaison avec lui, on en place un second, verticalement cette fois, que l'on passe par le haut de l'appareil et que l'on maintient à la main, son extrémité inférieure reposant au centre et sur le fond même du récipient, de manière que les bouts de l'un et de l'autre soient en contact. Puis on verse de la sciure de bois *que l'on tasse fortement* à la main ou à l'aide d'un pilon. Ceci est capital. Il est



LE POÊLE A SCIURE DE BOIS, GRAND MODÈLE, SYSTÈME BENELLI

L'appareil est accompagné de ses deux chargeurs ; à sa partie inférieure gauche on voit le cendrier et le pare-étincelles et, au-dessous, les deux mandrins servant à ménager une cheminée dans la sciure.



POÊLE LEBOWITZ A SCIURE DE BOIS ET SON CHARGEUR

1, *orifice pratiqué à la partie latérale supérieure du chargeur pour l'évacuation des fumées, qui sortiront par la buse après avoir contourné intérieurement l'appareil;* 2, *trou dans le fond du chargeur, à la base de la cheminée ménagée dans la sciure, pour l'allumage et l'accès de l'air nécessaire à la combustion.*

bon de procéder par couches successives pour assurer un meilleur tassement. Ensuite, on retire doucement et avec soin, en tournant comme on le ferait pour extraire un bouchon d'un tire-bouchon, et l'un après l'autre, les deux mandrins. Il existe alors dans la masse de la sciure tassée un vide artificiel, une véritable cheminée coudée allant du trou d'air au sommet de l'appareil. On s'assure par une simple inspection qu'elle n'est pas obstruée par de petits éboulements partiels. S'il s'en était produit, on rétablirait la communication entre la partie verticale et la partie horizontale à l'aide d'un tisonnier, *en opérant doucement.* Cela fait, on procède à l'allumage en introduisant par le trou d'air un tampon d'ouate imbibée d'essence, ou, à défaut, une simple torche de papier enflammé. A l'aide d'un soufflet, on ventile jusqu'à ce que la flamme sorte par le sommet de la cheminée centrale. Mais il faut persister pendant une ou deux minutes parce que, souvent, la première flamme n'est due qu'au tampon d'allumage. Avec un kilo de sciure, qui ne coûte qu'environ dix centimes, on obtient, dans ce petit modèle, destiné à la cuisine, un feu régulier pouvant durer, paraît-il, cinq heures. Cet appareil n'a pas de tuyau, mais il faut le placer sous une hotte ou un appel d'air pour que le peu de fumée qui se produit puisse se dégager.

Un autre modèle, destiné au chauffage des locaux, est monté sur trois pieds et possède un cendrier ainsi qu'un pare-étincelles ; il a, de plus,

LE REMPLISSAGE DU CHARGEUR

On maintient le mandrin en bois au centre et l'on tasse la sciure soigneusement avec un petit pilon.

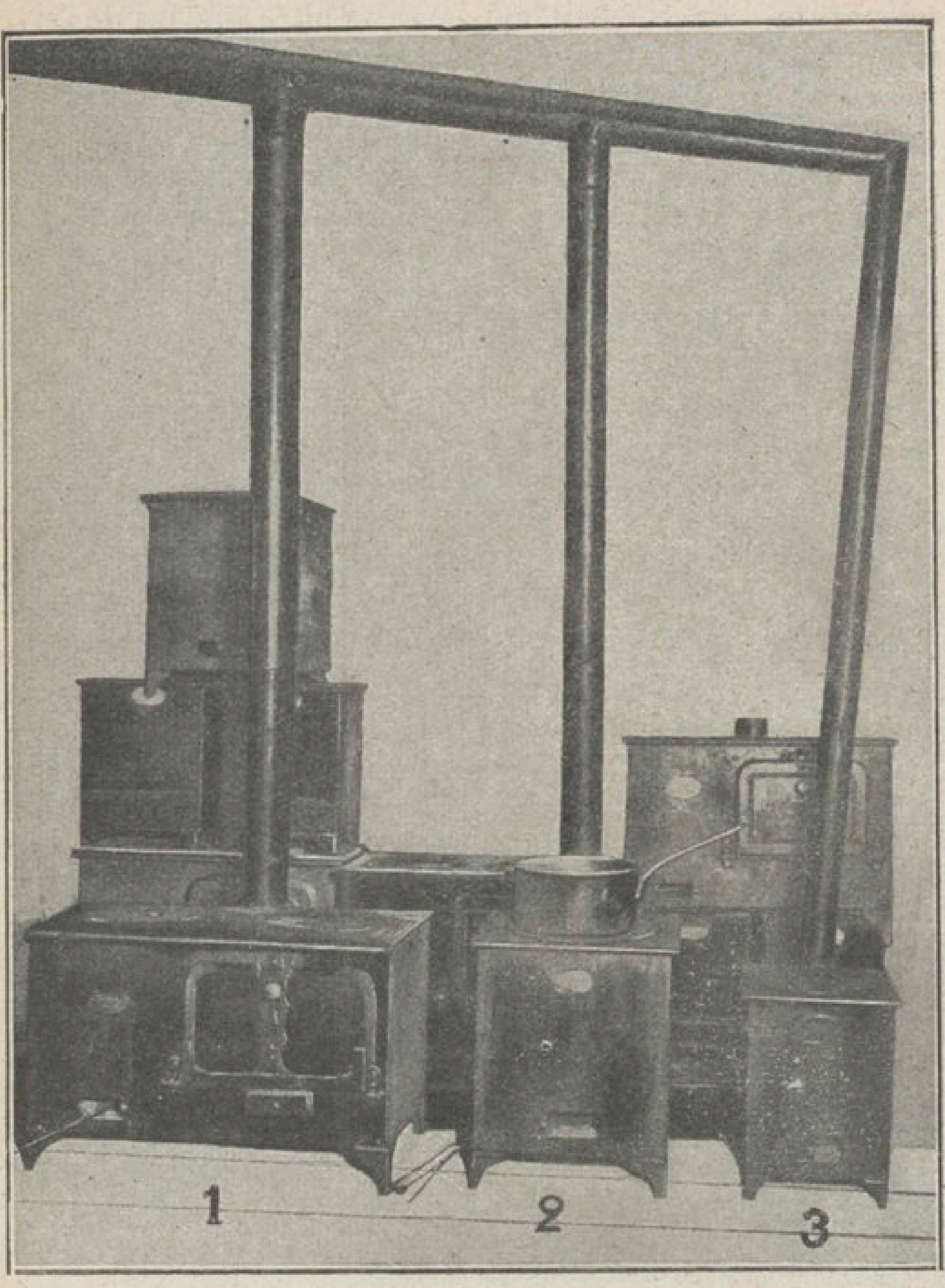
une buse où s'adapte le tuyau d'évacuation de la fumée. Il se fabrique en deux grandeurs, l'une de 0 m. 30 de hauteur, contenant 3 kilos de sciure, dont la combustion dure environ huit à neuf heures ; l'autre, de 0 m. 50, comporte deux *chargeurs*, cylindres de tôle mobiles et indépendants, dans lesquels se fait le chargement de sciure et que l'on place ensuite dans l'appareil en ayant soin de bien faire correspondre les trous d'air pratiqués à la base de l'un et de l'autre. La contenance de celui-là est de 6 kilos de sciure dont la combustion dure quinze à dix-huit heures (chiffres du constructeur), au bout desquelles on peut remplacer le premier chargeur par le second, garni à l'avance, de telle sorte qu'on a un chauffage continu. Pour s'assurer que la sciure ne s'effondre pas au cours de la combustion, des grilles en forme de disques, du même diamètre que l'appareil ou que les chargeurs, et percées d'un trou au centre (pour le passage du mandrin moulant la cheminée) sont placées sur des taquets rivés dans la tôle de la paroi, au-dessus de chaque couche de sciure tassée, formant ainsi des compartiments horizontaux. De la sorte, la chaleur est mieux maintenue vers le sommet de l'appareil. Des petites ouvertures sont pratiquées un peu au-dessus de chaque grille permettant d'activer le feu et de le régler plus commodément.

Enfin, pour éviter que la flamme sortant par le haut de la cheminée que forme la sciure tassée ne communique le feu à la surface de celle-ci, on répand sur elle une très légère couche de cendre fine ou de terre.

Le poêle de M. Lebowitz diffère du précédent par le conduit creux, ou cheminée, ménagé dans la masse de sciure par le mandrin et qui n'est pas coudé, mais simplement droit, allant du centre du fond à la surface. L'allumage de la sciure, toujours bien tassée, se fait de la même façon. Une petite porte à coulisse règle le tirage. L'appareil pour le chauffage des appartements comporte toujours un chargeur, avec couvercle, d'un diamètre un peu moins grand que l'enveloppe extérieure, de sorte qu'il existe entre les deux parois un certain vide dans lequel circuleront les produits chauds de la combustion si l'on a soin de placer, comme il est recommandé, les orifices de l'une et de l'autre pour l'évacuation de ces produits par la cheminée, en opposition, c'est-à-dire celui du chargeur d'un côté et celui de l'enveloppe extérieure du côté opposé. Le chargeur est également moins haut que l'appareil lui-même, afin qu'il existe entre le couvercle de l'un et de l'autre un espace assez grand où l'on peut placer les objets que l'on veut faire chauffer. Enfin, son fond ne touche pas le fond de l'appareil, mais laisse, là encore, un petit espace vide que traversera l'air nécessaire à la combustion, arrivant par l'ouverture pratiquée dans le bas de la paroi extérieure et se rendant par le trou central du fond du chargeur dans la colonne verticale où la sciure se consume. L'allumage se fait en introduisant le tampon d'ouate imbibé d'essence dans ce vide. Sur le pourtour du

L'ALLUMAGE DU POÊLE LEBOWITZ

On glisse par la petite porte à coulisse un tampon d'ouate imbibé d'essence ou d'alcool enflammé jusqu'au niveau du trou pratiqué au fond du chargeur et qui sert de base à la cheminée ménagée dans la sciure à l'aide du mandrin, puis l'on attend quelques instants que la combustion se manifeste.



FOURNEAUX DE CUISINE LEBOWITZ, A SCIURE

1, *appareil à deux foyers ;* 2, *modèle moyen ;* 3, *petit modèle brûlant un décalitre de sciure de bois en trois heures et demie.*

sommet de l'enveloppe extérieure, on a ménagé une rainure ou godet circulaire que l'on remplit de sable fin ; le rebord annulaire du couvercle s'y enfonce et l'étanchéité de la fermeture est ainsi assurée.

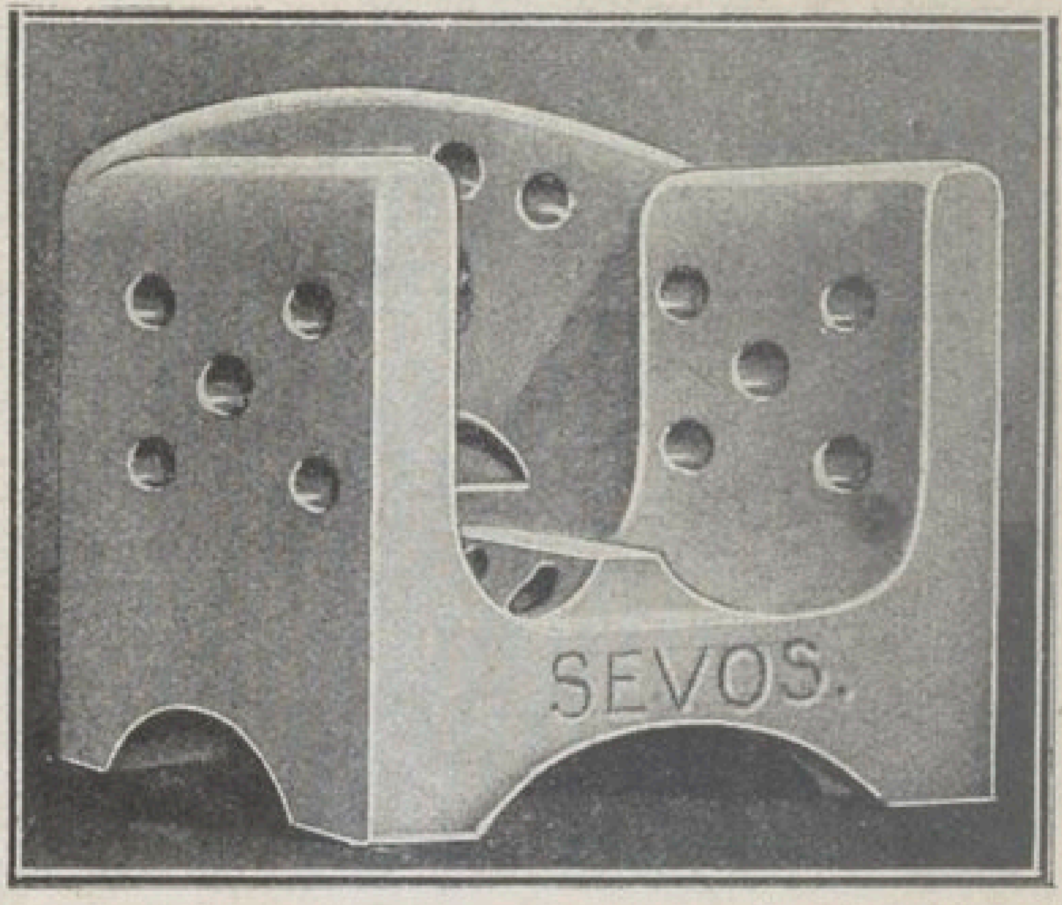
Le poêle pour la cuisine est carré ou rectangulaire, sans chargeur, mais il est toujours muni d'une cheminée. On le construit en quatre grandeurs, depuis le petit modèle individuel, ne brûlant qu'un décalitre de sciure en trois heures et demie, jusqu'au grand modèle à quatre foyers, qui consomme un hectolitre en cinq heures ; ce modèle est destiné aux restaurants, pensions et casernes, et peut chauffer deux marmites contenant environ une centaine de litres chacune.

Le fourneau à sciure de bois qu'a fait breveter en France la Société espagnole Termes y Compania, est muni d'un dispositif formé par la combinaison d'une ouverture centrale pourvue d'une courte tubulure renversée, c'est-à-dire dirigée vers le bas, avec une cheminée latérale, toutes deux situées à la partie supérieure du fourneau, et placées de telle façon que, par l'ouverture centrale, il ne sortira que les gaz chauds produits par la combustion de la sciure, lesquels, en faisant le tour du récipient placé sur des nervures au-dessus de cette ouverture (marmite, casserole, plat, etc.) le réchauffent sans le salir, tandis que les fumées et autres produits analogues qui peuvent se produire quand la sciure brûle ont leur dégagement par la cheminée latérale où, de là, ils sont conduits au dehors (fig. à la page suivante).

Le fonctionnement de cet appareil culinaire est le suivant

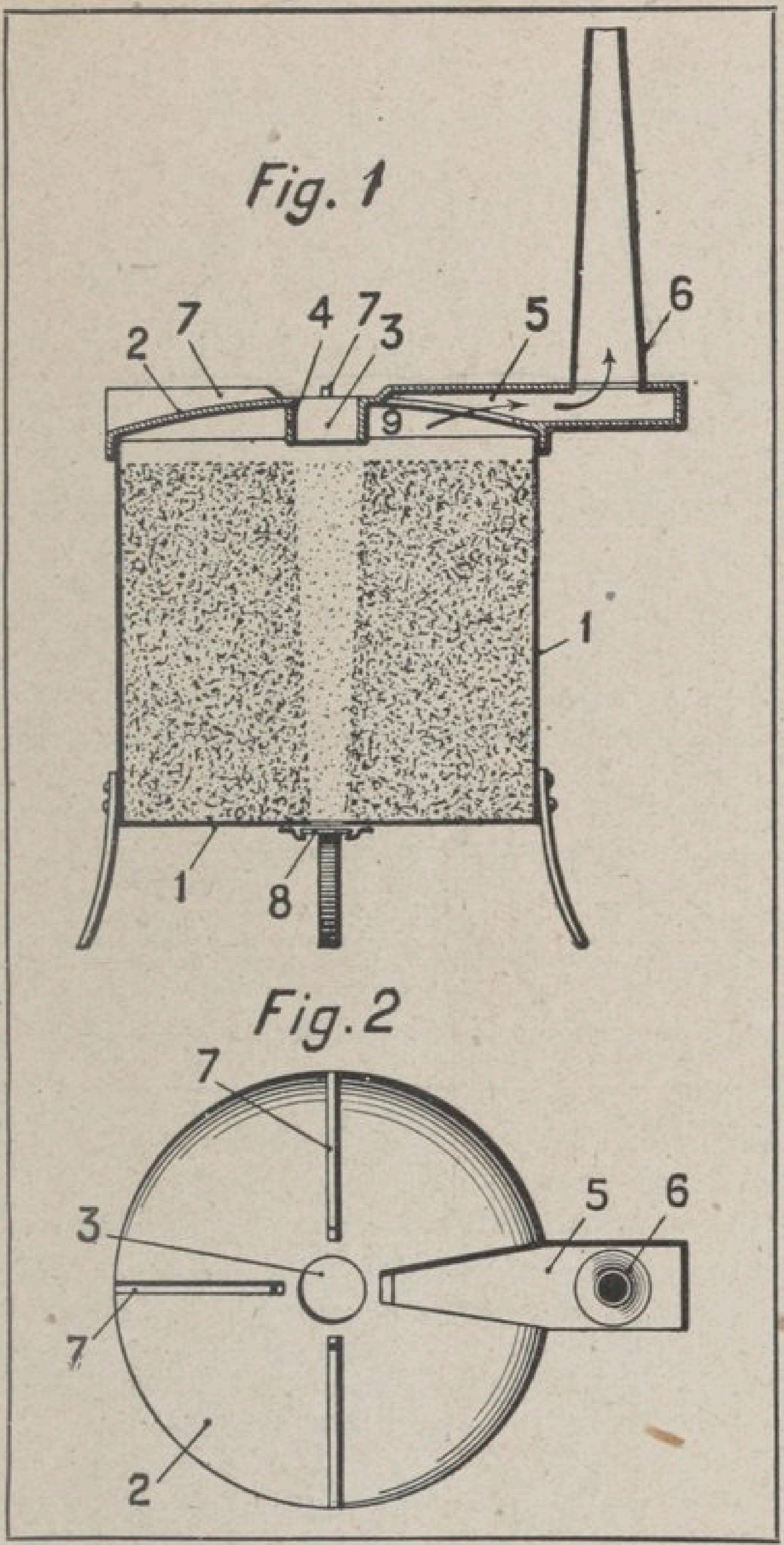
On remplit le fourneau de sciure tassée en laissant, à l'aide d'un mandrin, une cheminée, ou vide central vertical, correspondant à l'ouverture ménagée dans le fond de l'appareil, servant à l'arrivée de l'air nécessaire à la combustion, et aussi pour l'allumage — comme dans les appareils précédents. On place ensuite le couvercle. Mais il est toutefois indispensable que le niveau supérieur de la sciure ne touche pas la tubulure centrale du couvercle ; entre les deux, un petit espace libre doit être laissé, — ceci est important.

Comme on l'a dit plus haut, les fumées et autres produits de combustion incom-



ÉCONOMISEUR DE CALORIES « SEVOS »

Ce petit appareil, en terre réfractaire, se place dans le foyer des cheminées.



FOURNEAU A SCIURE (CUISINIÈRE) DE LA SOCIÉTÉ ESPAGNOLE « TERMES Y C^{ia} »

(Fig. 1, coupe verticale ; fig. 2, vue de l'appareil en plan.)
1, *paroi et fond en tôle ;* 2, *couvercle ;* 3, *ouverture centrale ;* 4, *tubulure renversée ;* 5, *conduit de fumée ;* 6, *cheminée ;* 7, *nervures pour supporter les récipients culinaires ;* 8, *ouverture à la base de la cheminée ménagée dans la sciure pour l'entrée de l'air ;* 9, *espace vide supérieur.*

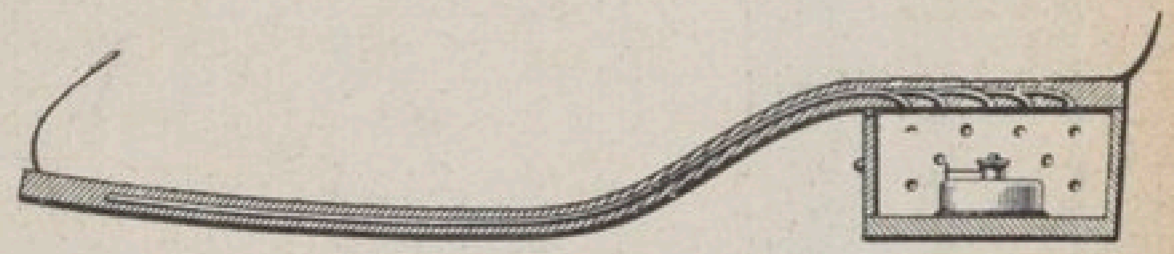
plète se réunissent ainsi dans l'espace vide supérieur formant comme une cloche annulaire, et, de là, sont évacués par la cheminée.

Le feu de sciure est doux, lent, chauffant modérément et assez économique, surtout quand le charbon est cher. Conseillons en passant de ne pas jeter les cendres qu'il forme, car elles contiennent beaucoup de potasse (sous forme de carbonate) et elles peuvent servir pour les nettoyages et pour la lessive domestique. C'est là une nouvelle source d'économie. Rien, ainsi, n'est perdu.

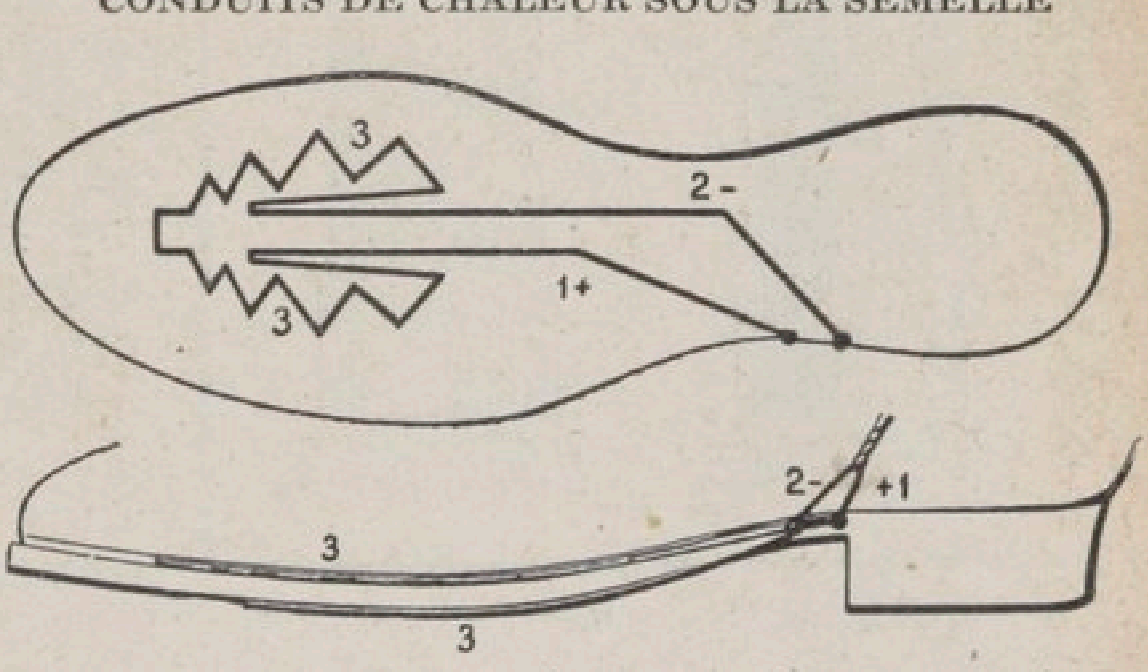
Au lieu de chauffer toute une pièce, un inventeur italien, M. Caldani, a pris en France un brevet pour ne chauffer que le lit. Il le chauffe même suffisamment bien. Le malheur est qu'on ne peut rester couché dans un lit pendant toute la durée de l'hiver.

Son appareil se compose d'un châssis réglable, ou cadre, se posant sur le matelas, et approprié de façon à maintenir la couverture du lit et les draps dans une position soulevée au-dessus de lui, formant ainsi un espace clos (entre la couverture et le matelas) destiné à être chauffé par le moyen d'une lampe suspendue audit cadre. Celui-ci comporte des bras et des pieds rotatifs autour de pivots et retenus par des broches d'arrêt. Des chaînes sont fixées par une extrémité aux coins dudit cadre, et, par leur autre extrémité, aux angles d'une plate-forme supportant la lampe chauffante. Le dispositif distributeur de chaleur comprend une pièce annulaire, un projecteur et un réflecteur. La chaleur, rayonnée vers le haut par la pièce annulaire et le projecteur, arrive sur le réflecteur, qui la répartit convenablement dans l'espace à chauffer. Comme cet espace est de petite dimension et entouré de corps mauvais conducteurs de la chaleur, il est vite chaud, et on retire l'appareil dont la lampe, d'ailleurs, ne pourrait y brûler longtemps en l'absence d'air renouvelé. (F. p. 314).

Un procédé de chauffage, qui manque d'élégance, il est vrai, mais très économique, et qui permet de séjourner l'hiver dans une pièce sans feu sans y geler, à la condition d'y demeurer assis (quand on se livre à un travail sédentaire, comme, par exemple, l'écri-



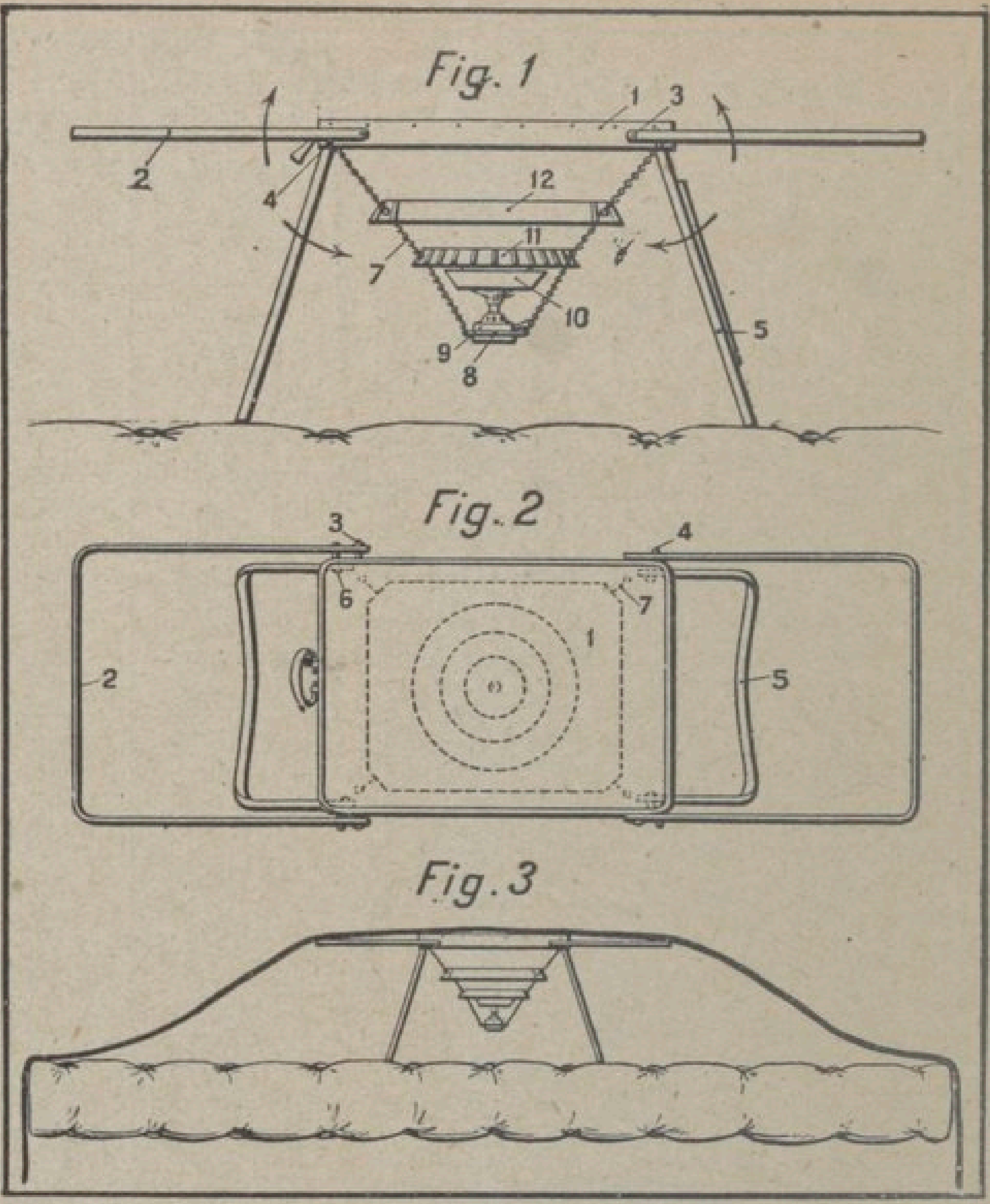
CHAUSSURE AVEC LAMPE DANS LE TALON ET CONDUITS DE CHALEUR SOUS LA SEMELLE



SEMELLE CHAUFFÉE A L'ÉLECTRICITÉ
1, *fil positif ;* 2, *fil négatif ;* 3, *résistance.*

ture) est celui qui consiste à placer une petite lampe à essence sous sa chaise, et à jeter sur ses épaules un grand manteau qui formera comme une cloche dans laquelle l'air sera vite échauffée. Nombre de nos contemporains, et non des moindres, y eurent recours dans la mansarde qui abrita leurs vingt ans.

Certains inventeurs ont spécialement dirigé leurs recherches vers le chauffage d'une seule partie du corps, les pieds ou les mains. Il y a quelque trente ans, l'un d'eux avait créé la « chaussure-calorifère ». Le talon était creux, en métal, avec des trous dans la paroi pour la ventilation. Par une petite porte, on y introduisait la lampe chauffante. Des conduits, partant de cette chambre ou plutôt de ce « talon de combustion », pouvaient être dirigés vers la semelle qu'ils échauffaient en se ramifiant dans son épaisseur. En les prolongeant vers le haut, en les faisant monter le long des jambes et le long de la poitrine, on pouvait avoir un vêtement pour aller au pôle Nord.



CHAUFFE-LIT AVEC LAMPE CHAUFFANTE

(Fig. 1: vue en élévation; fig. 2: vue en plan; fig. 3 : vue de l'appareil monté sur le lit et recouvert par la couverture.)

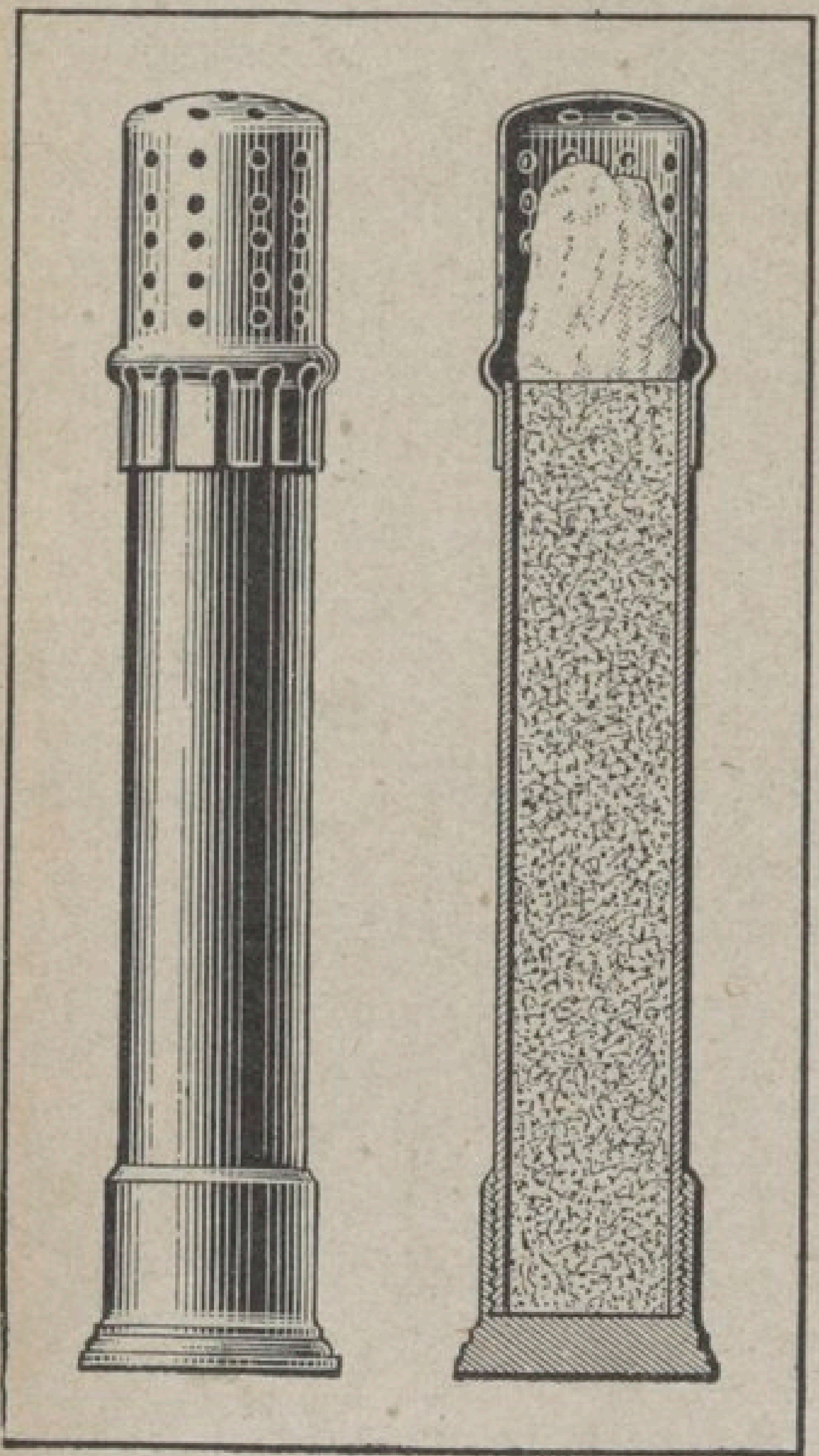
1, *cadre rectangulaire ;* 2, *bras rotatifs ;* 3, *pivots ;* 4, *broches d'arrêt ;* 5, *pieds pivotés en* 6 *comme les bras ;* 7, *chaînes de suspension ;* 8, *plate-forme ;* 9, *lampe chauffante ;* 10, *pièce annulaire ;* 11 *et* 12, *réflecteurs de chaleur vers le bas et sur les côtés du lit qu'on veut chauffer.*

M. Probst a repris cette idée du chauffage de la chaussure de l'homme, mais il s'adresse, comme source de chaleur, à l'électricité. Il a, l'an dernier, pris un brevet pour le chauffage électrique des semelles au moyen d'un fil de résistance appropriée. L'électricité est fournie par des petites piles sèches ou des accumulateurs placés dans les poches ; elle descend directement par une prise de courant jusqu'à un point de la chaussure où vient aboutir le fil de résistance pour le chauffage. (Fig. à la page 313).

M. Fyot a demandé au frottement la chaleur nécessaire pour se réchauffer les mains, et il a pris, l'an dernier, un brevet pour un tourniquet chauffe-mains, appareil inattendu qui se distingue surtout par son originalité un peu déconcertante.

Il se compose de deux manettes cylindriques en bois, rattachées en forme de Z à angles droits à un arbre de liaison, sur lesquelles peuvent tourner, à frottement convenable et réglable, deux tubes métalliques (Figure à la page suivante).

Chaque manette comprend : 1° un cylindre en bois partagé obliquement dans le sens de la longueur



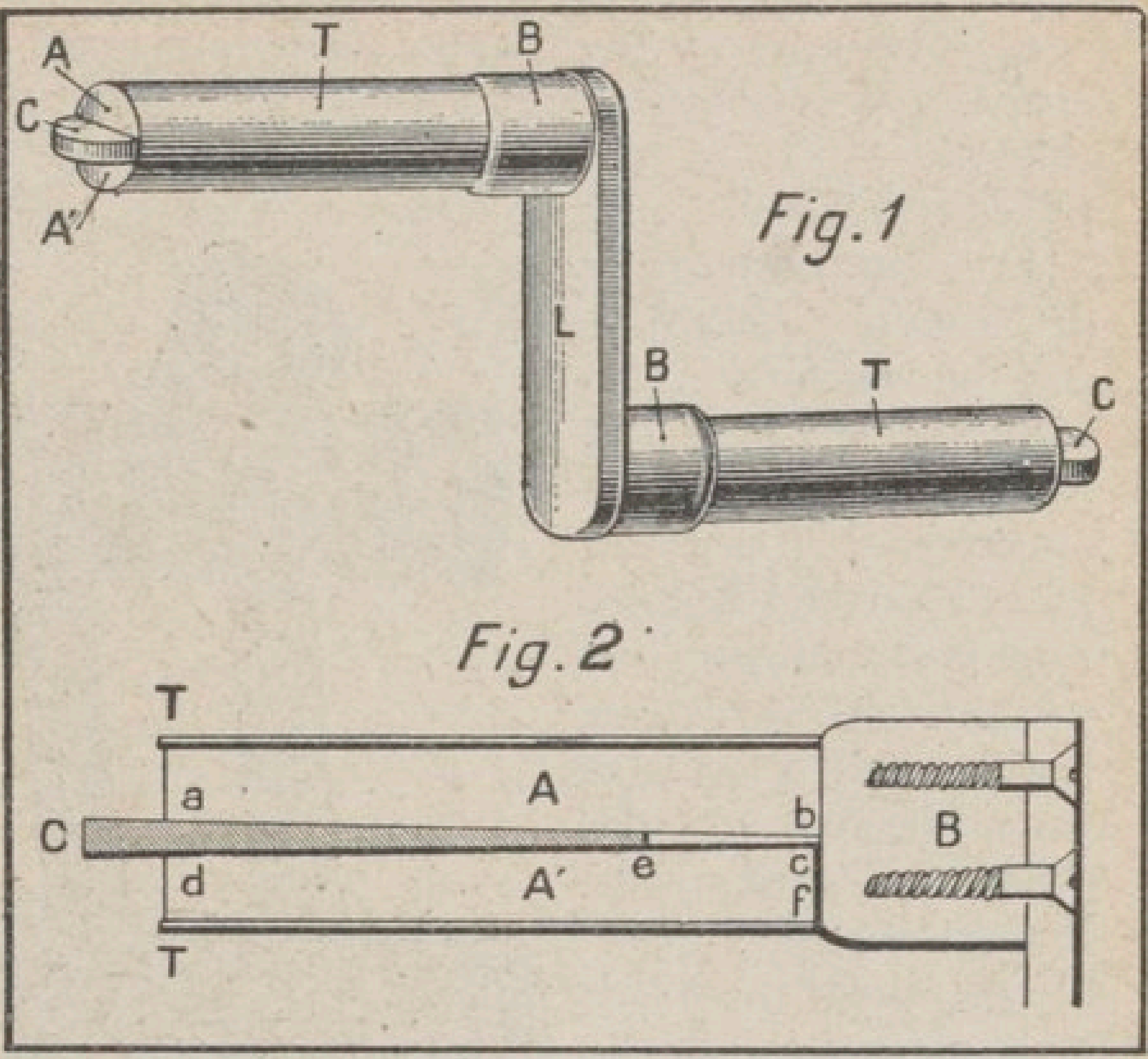
POÊLE MINUSCULE PORTATIF

Elévation et coupe. Au sommet, sous le couvercle perforé, tampon d'amiante.

en deux parties dont l'une reste adhérente à un bourrelet fixé à l'arbre de liaison et l'autre en est détachée par un trait de scie, la première de ces parties étant légèrement évasée de manière à former une échancrure dans laquelle s'enfonce une cale en forme de coin ; 2° un tube mince en laiton entourant le cylindre de bois, à jeu très libre, jusqu'au bourrelet, et susceptible de se déformer légèrement en ellipse sous la poussée des deux parties du cylindre écartées par l'enfoncement de la cale.

L'arbre de liaison est solidement fixé par ses extrémités respectives à chacun des bourrelets des deux manettes.

Une rotation analogue à celle des pédales d'une bicyclette est produite par l'action des deux mains qui immobilisent, en les serrant, les deux tubes de laiton. Il se produit alors un frottement compliqué d'un travail constant de déformation des tubes qui engendre dans ceux-ci une chaleur d'autant plus vive que la rotation est plus accélérée ou la pression produite par la cale plus forte. Mais quel bel exercice d'appartement !



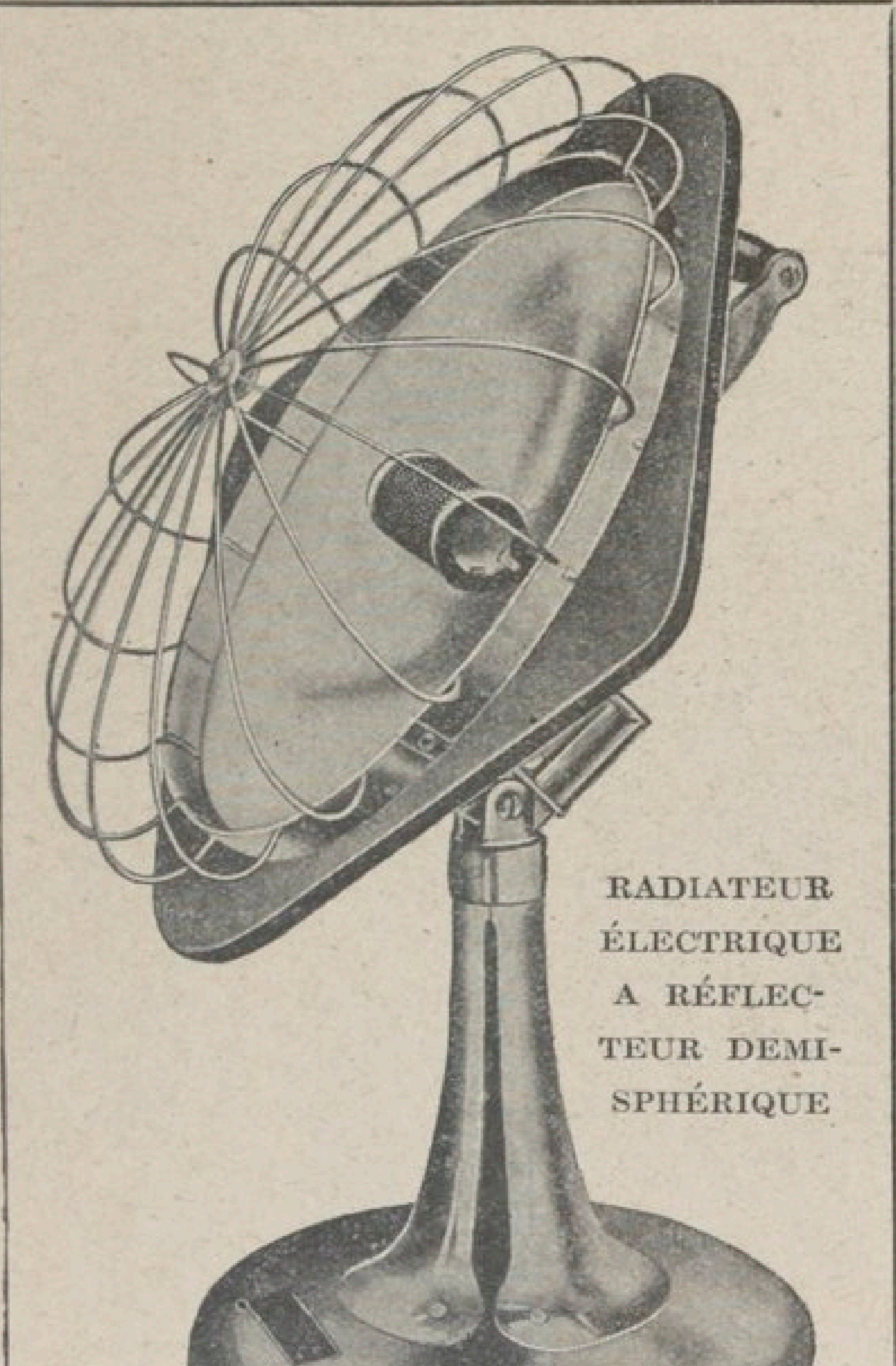
LE TOURNIQUET CHAUFFE-MAINS

(Fig. 1 : vue en perspective ; fig. 2 : coupe d'une des deux manettes.)

AA', *cylindre en bois ;* a b c d e, *échancrure conique ;* B, *bourrelet ;* c f, *trait de scie ;* C, *cale en forme de coin ;* T, *tube métallique ;* L, *arbre de liaison.*

Moins original, mais peut-être plus pratique est le petit réchaud-étui que l'on a dénommé le « poêle dans la main ». Il se compose d'un court tube métallique terminé par une bourre d'amiante et coiffé d'un chapeau percé de trous. A l'intérieur est enfermé le brûleur, tube plus petit entièrement rempli par une mèche ou un feutre que l'on imbibe d'essence dont les vapeurs, traversant le tampon d'amiante, rendent celui-ci incandescent dès que l'on approche une allumette enflammée. Il n'y a pas production de flamme, mais seulement chauffage très intense de la masse d'amiante qui, à travers les trous du chapeau qui la protège, répand une douce chaleur (Figure page 314).

D'autre part, on a trouvé récemment un procédé pour augmenter notablement la chaleur produite dans une pièce par la combustion d'une quantité donnée de charbon. Il consiste à placer dans la grille du foyer une pièce en terre réfractaire, dénommée le « Sevos », ayant la forme d'une cassette ou boîte sans couvercle et dont un des côtés aurait été enlevé. Les trois autres côtés et le fond sont percés de trous de la grosseur du doigt. Sa présence au milieu de la masse en ignition assure une meilleure ventilation dans le centre de celle-ci et, par conséquent, une combustion plus parfaite et une meilleure utilisation. (Fig. page 312).

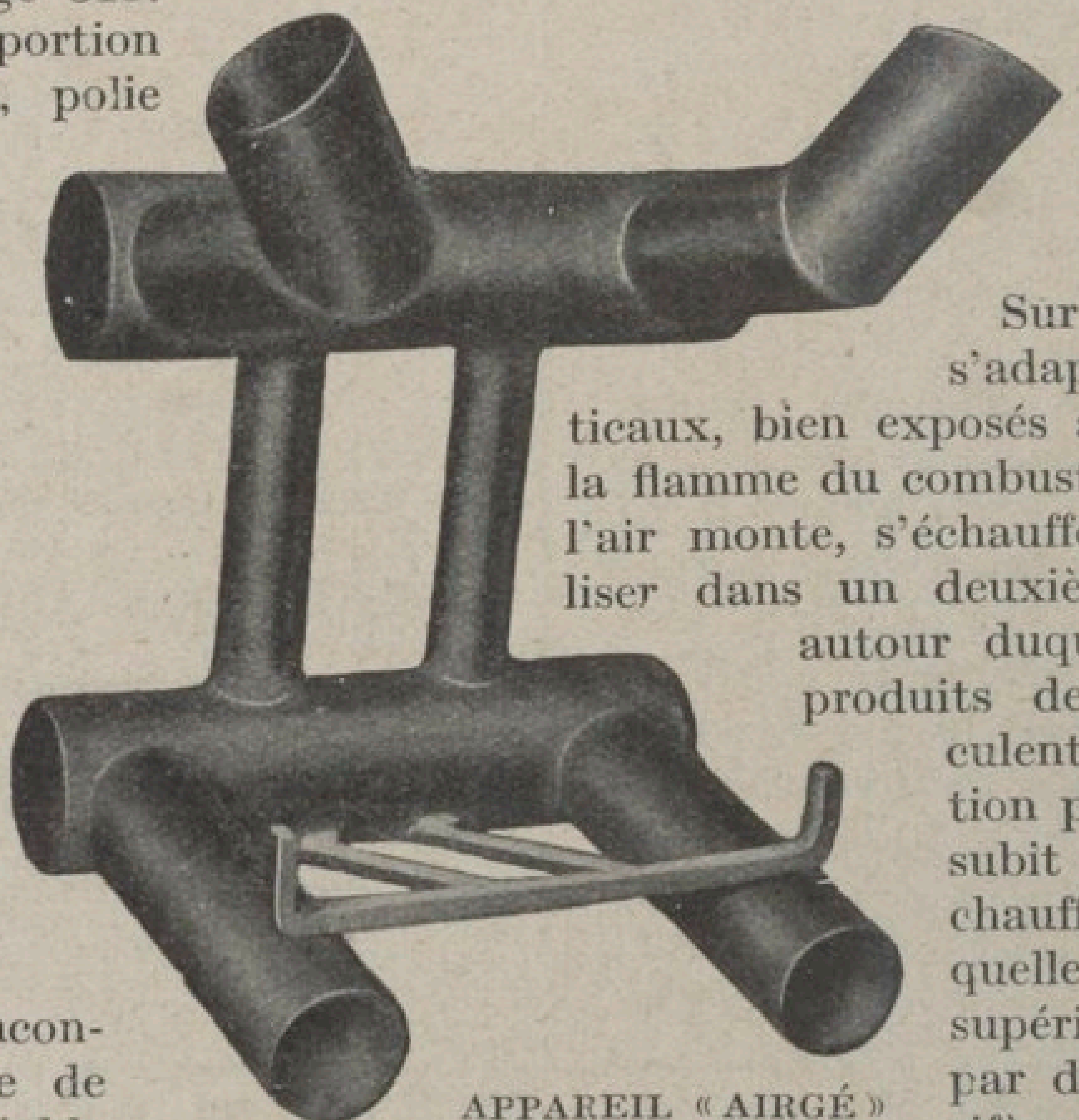


RADIATEUR ÉLECTRIQUE A RÉFLECTEUR DEMI-SPHÉRIQUE

Les radiateurs électriques sont en très grand nombre, mais aucun d'eux ne semble plus pratique que celui dont nous donnons la photographie à la page 315.

Il se compose d'une portion de sphère métallique, polie sur sa surface intérieure, c'est-à-dire d'un miroir sphérique concave et d'un filament enroulé sur un noyau réfractaire que le courant électrique porte à l'incandescence. Ce filament devient ainsi une source non seulement de lumière, mais aussi de chaleur assez forte.

Le feu de bois dans la cheminée, avec sa flamme haute et claire, gaie et jolie, est incontestablement le mode de chauffage le plus agréable et aussi le plus sain et le plus hygiénique, mais cet agrément se paye cher, et il n'est pas à la portée de toutes les bourses. En effet, presque toutes les calories produites par la combustion s'en vont par la cheminée où elles ne servent qu'à entretenir le tirage, et, seule, est utilisée pour le chauffage de la pièce la chaleur rayonnée.



APPAREIL « AIRGÉ » POUR LA RÉCUPÉRATION DES CALORIES DES FEUX DE BOIS

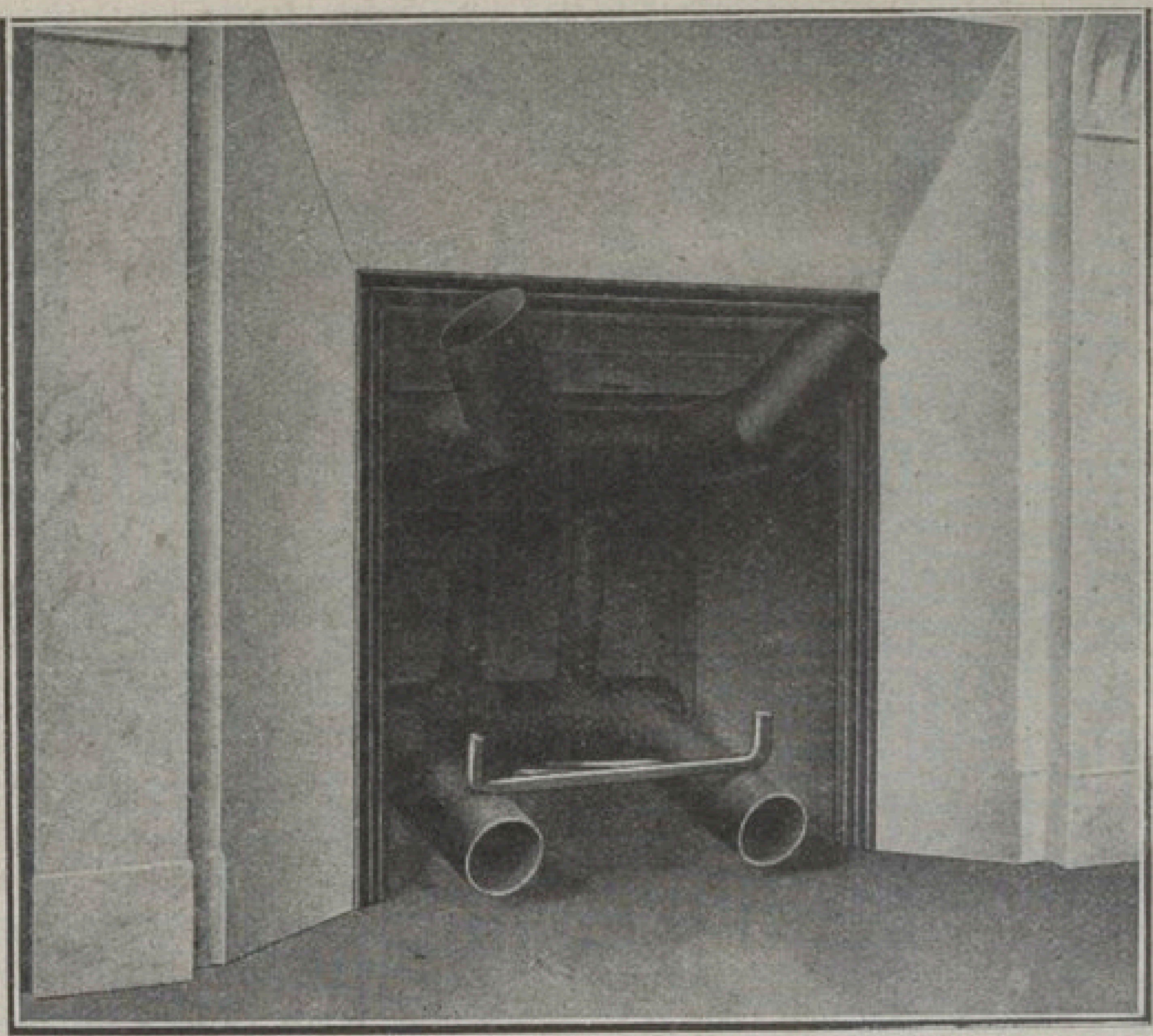
Un constructeur moderne vient de parer à cet inconvénient, en inventant un appareil mobile, sorte de calorifère amovible, récupérateur de calories des feux de bois, dénommé « Airgé », que l'on place dans l'âtre de la cheminée, sans la moindre dépense de pose.

Il se compose de tuyaux en forte tôle, bien assemblés, au milieu desquels s'opère la combustion des bûches dans les meilleures conditions de rendement calorifique.

L'air froid, pris au niveau du sol, entre par les deux tubes du bas, qui sont reliés par un tuyau collecteur situé à la partie inférieure et au fond de l'âtre.

Sur ce dernier viennent s'adapter deux tubes verticaux, bien exposés au rayonnement et à la flamme du combustible, et dans lesquels l'air monte, s'échauffe, puis va se centraliser dans un deuxième tuyau collecteur autour duquel la flamme et les produits de la combustion circulent avant leur évacuation par la cheminée. L'air subit là une deuxième chauffe à la suite de laquelle il sort, à la partie supérieure de l'appareil, par deux bouches de calorifère, pour aller se mêler à l'air de l'appartement

Ces deux bouches font fortement saillie en avant, et comme leur présence empêcherait le fonctionnement du tablier de la cheminée, on les a sectionnées en deux parties, s'emboîtant l'une dans l'autre ; la position extérieure s'enlève pour abaisser ledit tablier, puis se repose à la main, quand il a été relevé.



LE RÉCUPÉRATEUR « AIRGÉ » DANS LA CHEMINÉE

Cet appareil, éminemment utile, pratique, robuste et bien compris, que son constructeur a fait breveter, est arrivé à son heure.

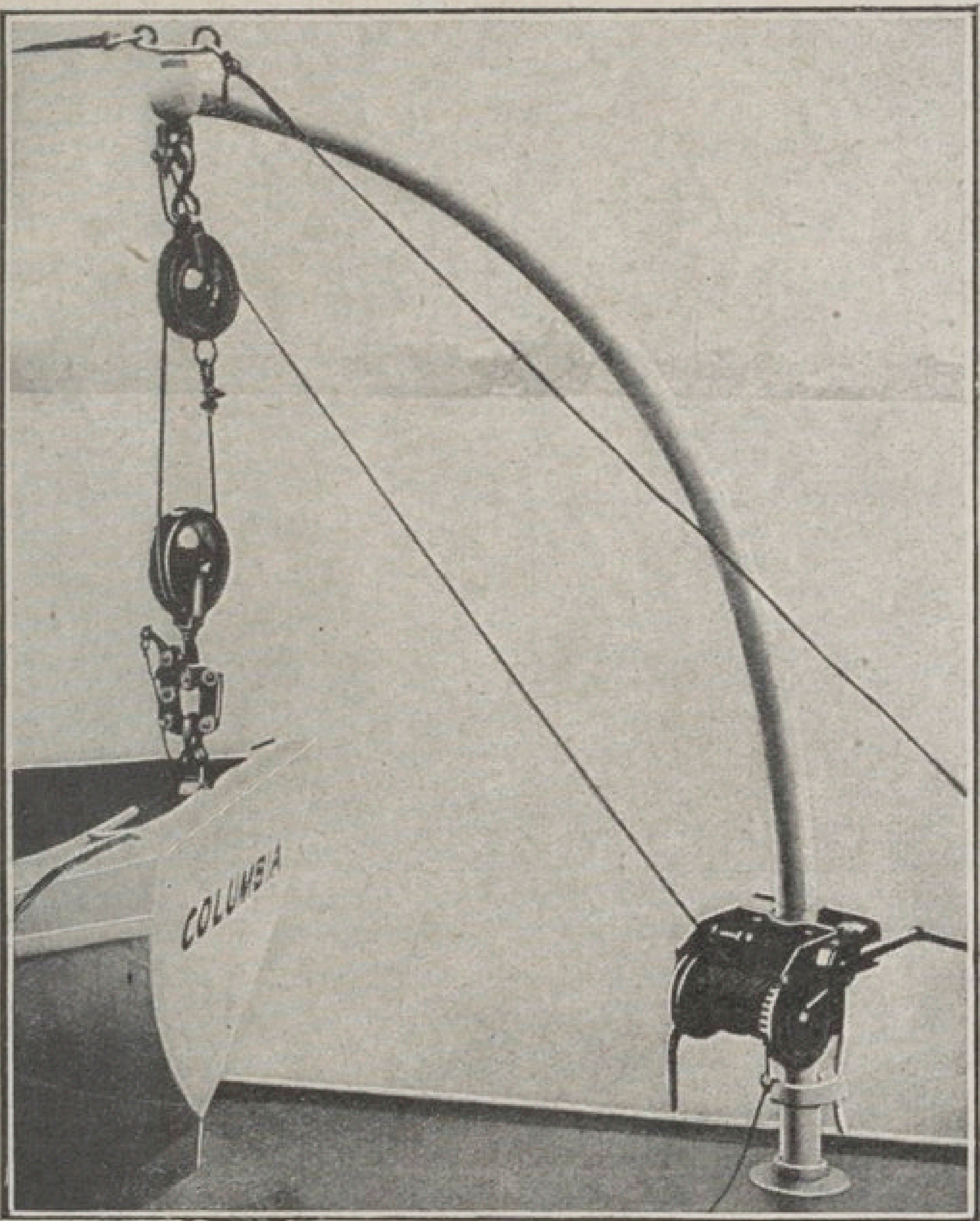
On peut aussi se chauffer avec de grosses boules de papier faites avec de vieux journaux préalablement désagrégés dans l'eau et formant une sorte de pâte convenablement desséchée.

CLÉMENT CASCIANI.

UN PROCÉDÉ SIMPLE ET PRATIQUE POUR LA MISE A L'EAU DES EMBARCATIONS DE SAUVETAGE

Par Camille FRANGER

Le problème du sauvetage à la mer continue à suggérer aux chercheurs des solutions dont l'expérience démontre souvent la valeur. C'est ainsi que notre attention vient d'être attirée sur un dispositif vraiment ingénieux qui réalise pratiquement la mise à l'eau automatique des embarcations de sauvetage. En d'autres termes, ce dispositif permet à un seul homme, de préférence le patron de l'embarcation, et que celle-ci soit vide ou chargée au maximum de sa capacité, de mettre le canot à la mer sans nul besoin d'aide extérieure.



DÉTAIL DU TREUIL MONTÉ SUR CHAQUE BOSSOIR ET DU CROC D'EMBARCATION

La corde que l'on aperçoit sous le tambour du treuil est l'aboutissant de la commande du frein. Chacun des deux crocs auxquels est suspendue l'embarcation est une sorte de pince dont l'ouverture, quand il faut détacher le croc, est commandée au moyen d'un levier unique monté sur le bâtiment. La manœuvre de ce levier libère instantanément l'embarcation.

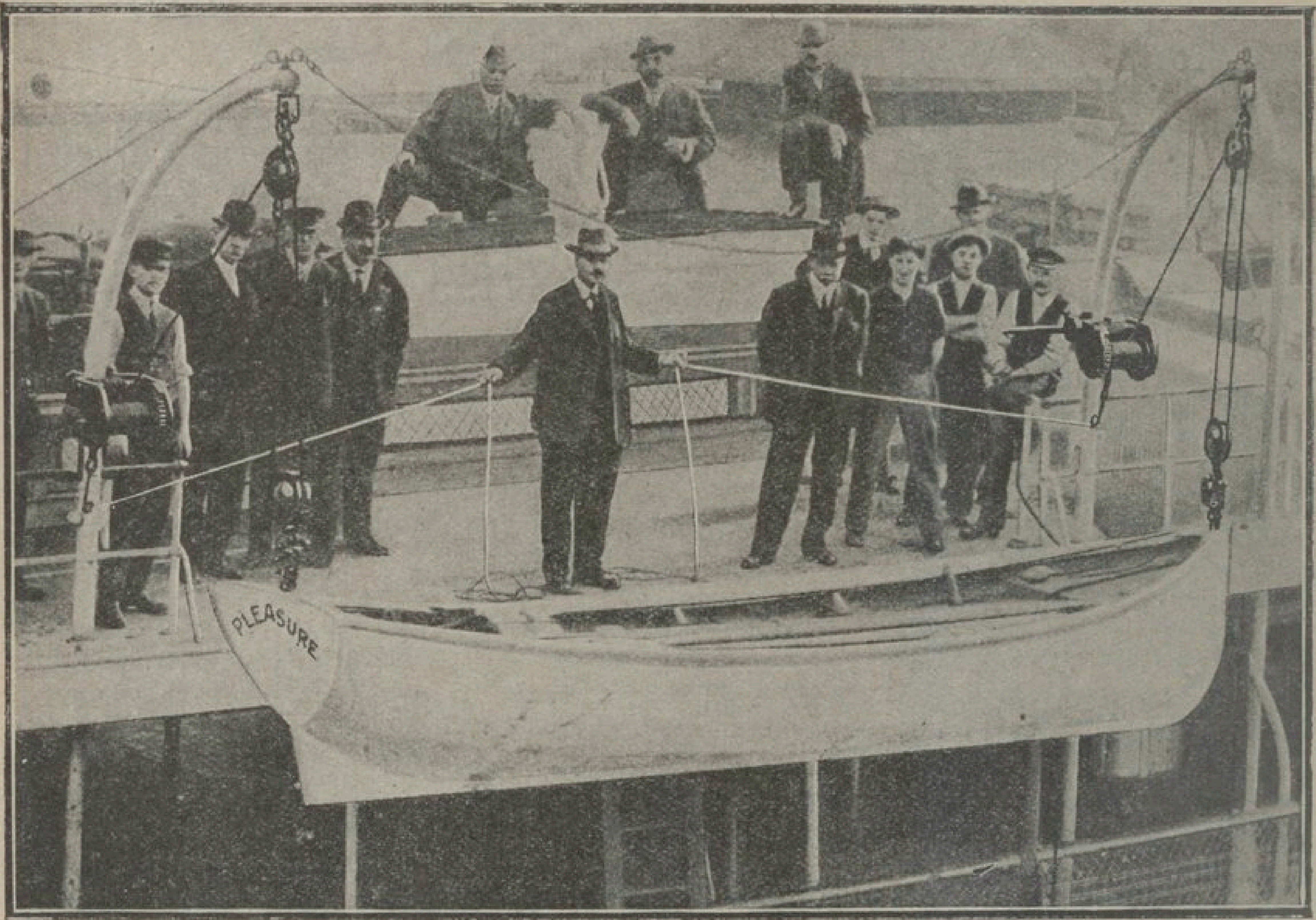
Chacun sait que les embarcations d'un navire sont mises à l'eau et rentrées à bord au moyen de câbles terminés par des crocs qui se passent dans deux anneaux disposés chacun à une extrémité du canot ou de la chaloupe ; que ces câbles sont manœuvrés, par l'intermédiaire de poulies suspendues à des bossoirs appelés encore portemanteaux, soit directement par traction ou retenue — suivant qu'on rentre ou sort l'embarcation — soit au moyen d'un treuil manœuvré à la main ou bien encore actionné par la vapeur ou l'électricité.

Dans le cas qui nous occupe, un treuil à main est fixé sur chaque bossoir ; il se compose, comme tous les appareils de ce genre, d'un bâti que traverse un arbre-manivelle actionnant au moyen d'un engrenage l'arbre du tambour sur lequel s'enroule et se déroule le câble de suspension. Un cliquet est disposé, par rapport à l'une des roues de l'engrenage, de manière à permettre la rotation du tambour dans un seul sens, celui qui correspond à l'enroulement du câble, c'est-à-dire à la montée de l'embarcation. On conçoit donc que, pour dérouler le treuil, afin de descendre une embarcation à la mer, il est nécessaire de neutraliser complètement l'action du susdit cliquet.

Ceci dit, considérons une embarcation prête à être mise à l'eau, c'est-à-dire encore

hissée à bloc sur ses portemanteaux mais « poussée en dehors », dégagée du bâtiment. Si, d'une manière ou d'une autre, on neutralise l'action des cliquets, les treuils vont se dérouler librement et, avec une vitesse qui sera d'autant plus grande que seront plus considérables le poids de l'embarcation et la hauteur de cette dernière au-dessus de l'eau ; l'embarcation tombera comme une masse, et, comme les deux treuils ne se dérouleront pas à la même vitesse, en raison principalement de la répartition inégale des poids, elle piquera du nez ou de l'arrière et coulera, si toutefois elle n'est pas brisée par le choc. Lorsqu'on met un canot à la mer, il faut donc conserver constamment le contrôle de la vitesse de déroulement des treuils et maintenir l'embarcation horizontale pendant toute la descente, d'où la nécessité de ne pas abandonner les treuils à eux-mêmes, ce qui ne signifie pas nécessairement qu'il faille immobiliser plusieurs hommes pour diriger la manœuvre. Un frein progressif sur chaque treuil remplirait, si l'on pouvait le commander à distance et sans effort, le même office, car, alors, un seul homme, agissant à la fois sur les deux freins en tenant dans chaque main leur commande, pourrait, en se maintenant entre les deux bossoirs ou même en se trouvant dans l'embarcation, régler la vitesse de descente et la parfaite horizontalité de l'esquif.

C'est ce qu'a réalisé l'inventeur du dispositif que nous présentons ici. Le freinage progressif sur chaque treuil est effectué par une corde appelée « ligne de contrôle », assujettie solidement au bâti du treuil après avoir été enroulée deux fois autour de l'arbre-manivelle ou de l'arbre du treuil, ce qui revient au même ; plus on tire sur cette corde, et plus on ralentit le déroulement du câble (il est bon d'ajouter ici que la traction sur la corde a également pour effet d'empêcher le cliquet de s'engager dans les dents de l'engrenage). Une traction de 4 à 5 kilogrammes sur la ligne de contrôle suffit à arrêter complètement la descente de l'embarcation si celle-ci ne pèse pas plus d'une tonne avec son chargement ; si elle pèse davantage, il y a intérêt à faire faire à la

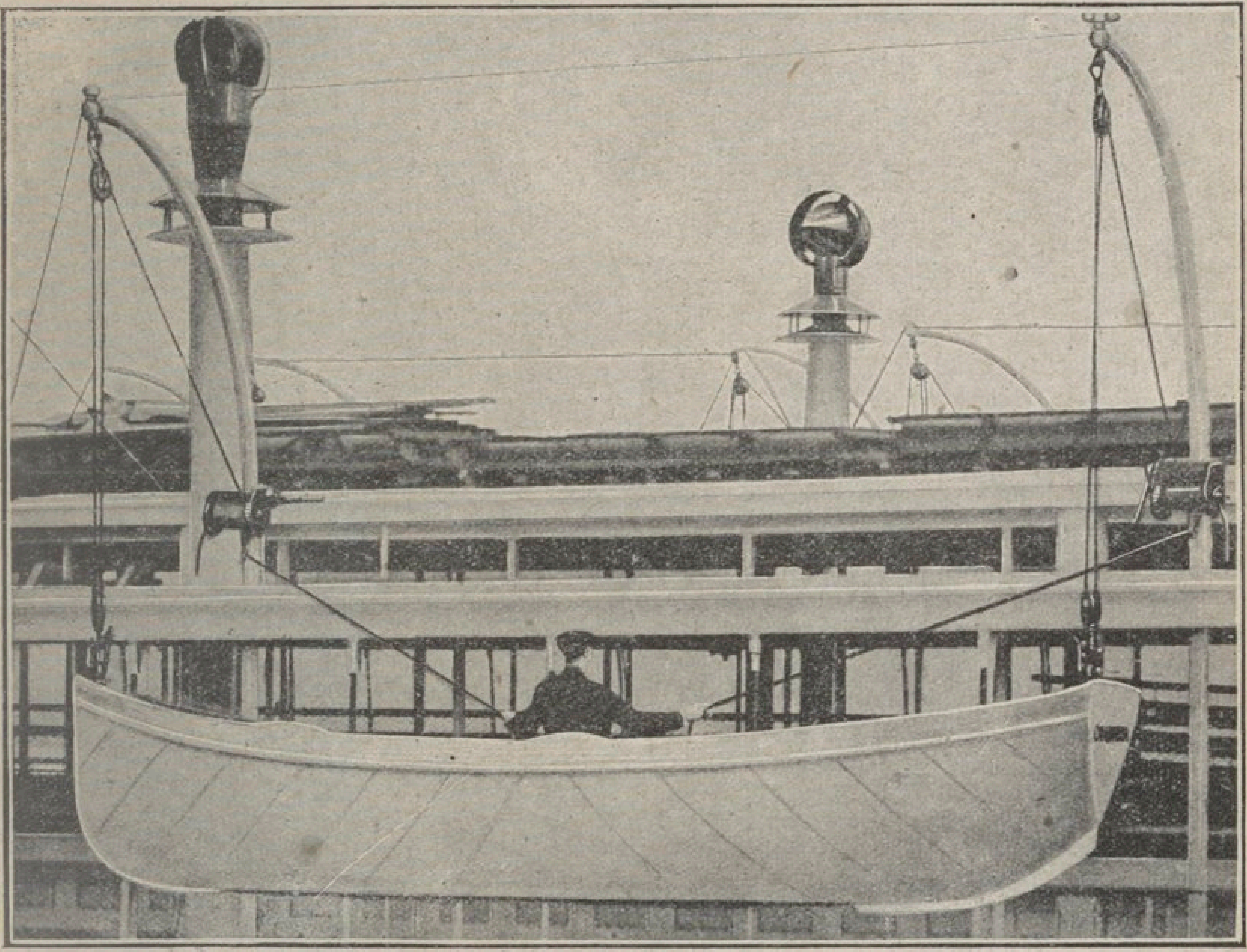


LA MANŒUVRE DE MISE A L'EAU D'UNE EMBARCATION DE SAUVETAGE

Tenant dans chaque main la commande du frein d'un des treuils, un homme peut, à lui seul, du pont du navire, mettre une embarcation à flot, même si elle est chargée au maximum de sa capacité.

ligne de contrôle un tour de plus sur l'arbre pour freiner et arrêter, au besoin, la descente sans avoir besoin d'exercer une traction trop considérable. Ajoutons que l'opération de mise à la mer ne prend jamais plus de trente secondes. Les constructeurs ont récemment perfectionné encore le système en limitant à un seul treuil (pourvu nécessairement de deux tambours), la manœuvre de l'embarcation ; ainsi, et avec la même facilité, un seul homme, se trouvant lui-même dans l'embarcation, peut, *d'une seule main*, et en n'employant qu'une seule ligne de contrôle, effectuer la mise à l'eau. Pour des raisons de sécurité, on préfère cependant le système à deux treuils indépendants.

Disons, pour terminer, que les deux crocs servant à suspendre l'embarcation (ces crocs sont, en réalité, des pinces, ce qui rend plus sûre leur tenue) sont munis chacun d'un mécanisme qui permet de les libérer tous les deux à la fois des anneaux disposés à chaque extrémité du canot par la manœuvre d'un levier unique monté sur la rambarde du bâtiment, par conséquent sans aucune manœuvre de la part du patron de l'embarcation ou des personnes qui montent cette dernière. Les mécanismes d'ouverture des crocs sont reliés au levier par des filins passant dans des conduits protecteurs descendant le long de la coque. Les treuils sont également protégés des intempéries par des carters qui, pour la clarté des photographies que nous reproduisons ici, ont été démontés.

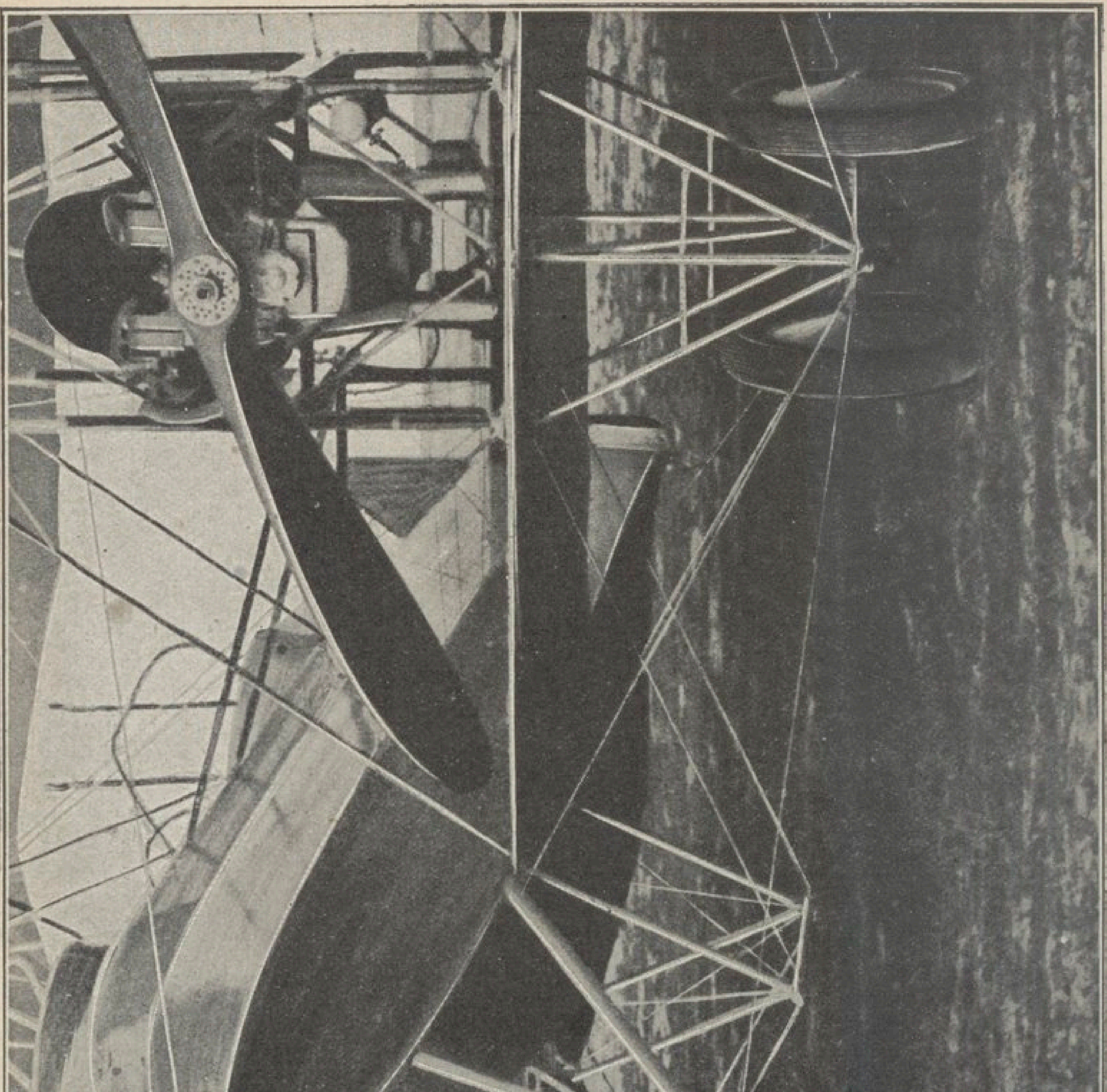


LE PATRON PEUT ÉGALEMENT EFFECTUER LA MANŒUVRE DE MISE A L'EAU

En tirant plus ou moins sur l'une ou l'autre corde ou sur les deux à la fois, on règle la vitesse de déroulement de chaque treuil, ce qui permet de maintenir à peu près constante l'horizontalité de l'embarcation.

On voit que ce dispositif ingénieux répond aux conditions exigées par les armateurs et par les autorités maritimes chargées du contrôle et de la surveillance des appareils de sauvetage en service à bord des steamers à passagers. Comparé aux systèmes de mise à l'eau qui ont été précédemment décrits par *La Science et la Vie* (N° 28, page 253), cet engin se présente comme égal, sinon supérieur, à la plupart d'entre eux, en ce qui concerne la simplicité des manœuvres.

Camille Franger.



LE CHASSIS D'ATTERRISSAGE DE L'UN DE NOS PLUS PUISSANTS AVIONS DE RECONNAISSANCE EN SERVICE AU FRONT

Il comporte deux groupes amortisseurs principaux et une roue centrale fixée sous le fuselage ; le capotage à l'atterrissage est ainsi rendu à peu près impossible.

LE LIGNITE, OU HOUILLE BRUNE, EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

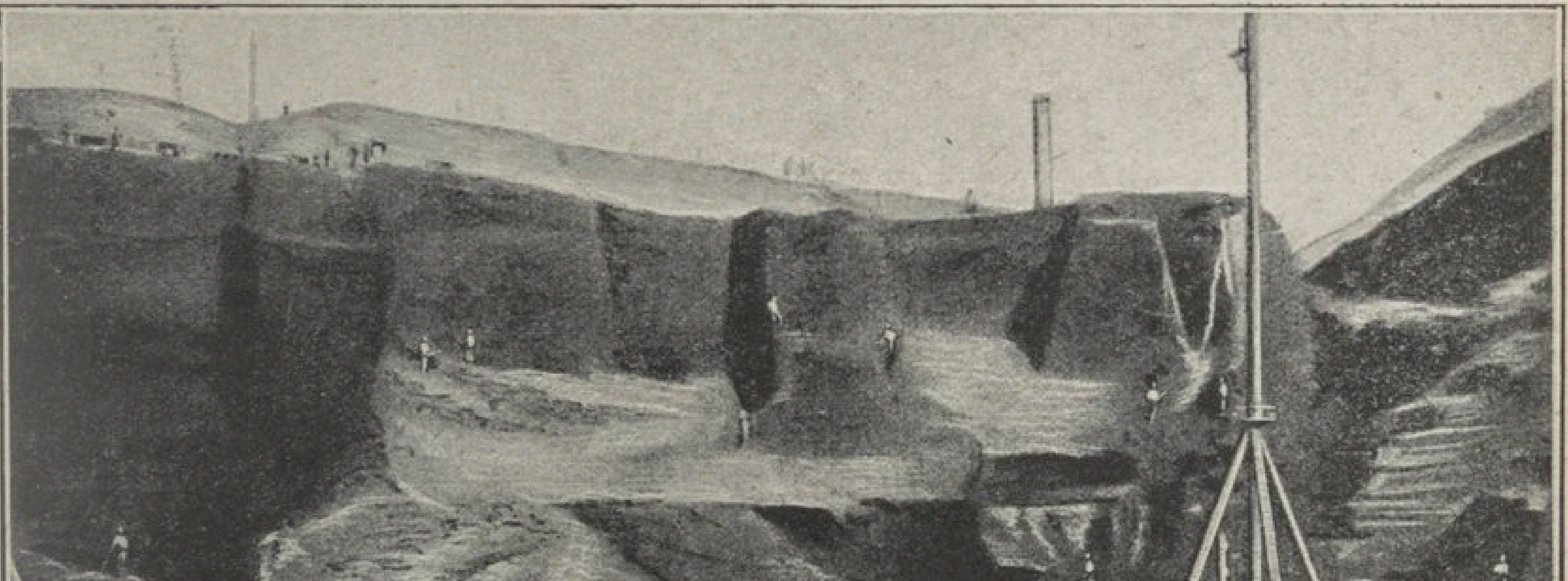
Par Albert CHIRAZ

On a beaucoup parlé du lignite en ces temps où la crise du charbon, qui s'est déclarée dès 1915, est devenue chronique dans certains Etats de l'Entente, comme la France, et surtout en Italie.

Malheureusement, il faut bien l'avouer, les pays latins sont assez pauvres en lignites, alors que ce combustible abonde, au contraire, en Autriche-Hongrie et surtout en Allemagne, où sa production dépassait 80 millions de tonnes avant la guerre actuelle, contre 750.000 tonnes extraites en France.

Intermédiaire entre la houille et la tourbe, le charbon brun a un pouvoir calorifique très variable qui dépasse souvent 6.500 calories en Hongrie, notamment à Petrosceny, alors qu'il tombe à 3.900 calories dans d'autres districts de la même région ; certaines couches fournissent même un combustible utilisable seulement pour le chauffage domestique dans les campagnes, car il ne dégage qu'un peu plus de 1.400 calories.

Le lignite est, comme la houille, d'origine végétale, mais sa formation, beaucoup plus récente, ne remonte pas au delà des époques secondaire et tertiaire, alors que les bassins houillers européens appartiennent à l'époque carbonifère. Les lignites sont des bois fossiles, et, d'ailleurs, le mot lignite vient directement du mot latin *lignis* qui signifie bois. Il existe même des lignites terreux et ternes que l'on agglomère avec ou



EXPLOITATION DE LIGNITE A CIEL OUVERT, EN ALLEMAGNE

Cette vue a été prise dans la mine Rodder, à Brühl (Province du Rhin). On voit que l'abatage du combustible a lieu en carrière par des procédés économiques.

sans brai après dessiccation. Ce combustible est employé pour des besoins locaux.

L'agglomération des lignites donne lieu dans certains pays, et surtout en Allemagne, à des industries très puissantes, car on peut les transformer en briquettes directement, sans addition de brai, au moyen de machines très simples analogues à celles que l'on emploie pour la fabrication des briques.

Bien que l'on compte en France cent cinquante et une concessions de lignites, il n'y en avait que trente-six d'exploitées avant la guerre. Les lignites français sont surtout représentés dans les départements des Basses-Alpes, des Bouches-du-Rhône, du Gard, de l'Hérault et de la Haute-Savoie.

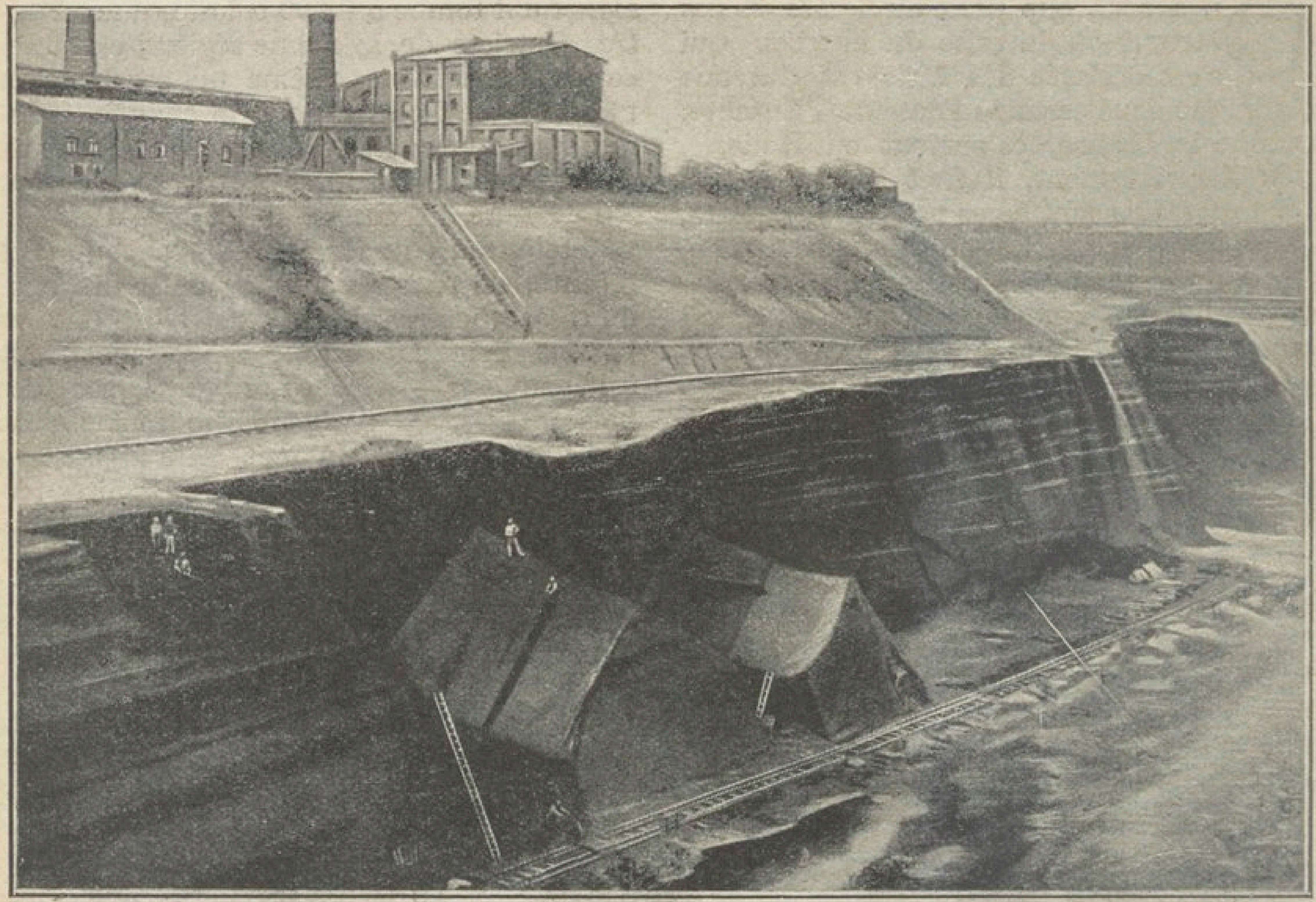
Le bassin de Fuveau, dans l'arrondissement d'Aix, (Bouches-du-Rhône) vient en tête de liste avec dix concessions exploitées ayant produit 628.000 tonnes en 1912.

La Société Nouvelle des Charbonnages des Bouches-du-Rhône est le plus important producteur de lignites français. Elle possède dans le département des Bouches-du-Rhône sept concessions d'une superficie globale de 13.390 hectares ; l'exploitation se fait par cinq puits. Une longue galerie, dite galerie de la mer, part à l'extrémité nord du port de Marseille et aboutit aux chantiers d'exploitation de Gardanne, sur une longueur de 15 kilomètres. Le combustible produit est du lignite sec à 51 % de carbone, 41 % de matières volatiles et 7 % de cendres, avec un pouvoir calorifique de 5.500 à 6.000 calories. Avant la guerre, la production atteignait 305.000 tonnes.

La Société des Mines de Valdonne, qui a produit en 1912 202.000 tonnes de lignite, vient au second rang des sociétés françaises. Elle possède, toujours dans le département des Bouches-du-Rhône, deux concessions d'une étendue de 1.400 hectares. L'extraction se fait par puits, comme pour la houille ; le combustible est du lignite sec à 42 % de matières volatiles et présentant un pouvoir calorifique de 5.500 à 6.000 calories.

La Compagnie des Mines de la Grand'-Combe exploite dans le même département des Bouches-du-Rhône la concession de Trets, d'une superficie de 7.451 hectares. L'extraction se fait par galeries. La production a dépassé 100.000 tonnes en 1916.

La Société des Mines et Usines de Manosque exploite, dans le département des Basses-Alpes, six concessions d'une superficie totale de 1.319 hectares; l'extraction, qui se fait



VUE DES TRAVAUX D'EXTRACTION D'UNE MINE DE LIGNITE SAXONNE

Ce découvert, situé à Wildschütz, fournit du combustible à maintes entreprises d'électricité industrielle.

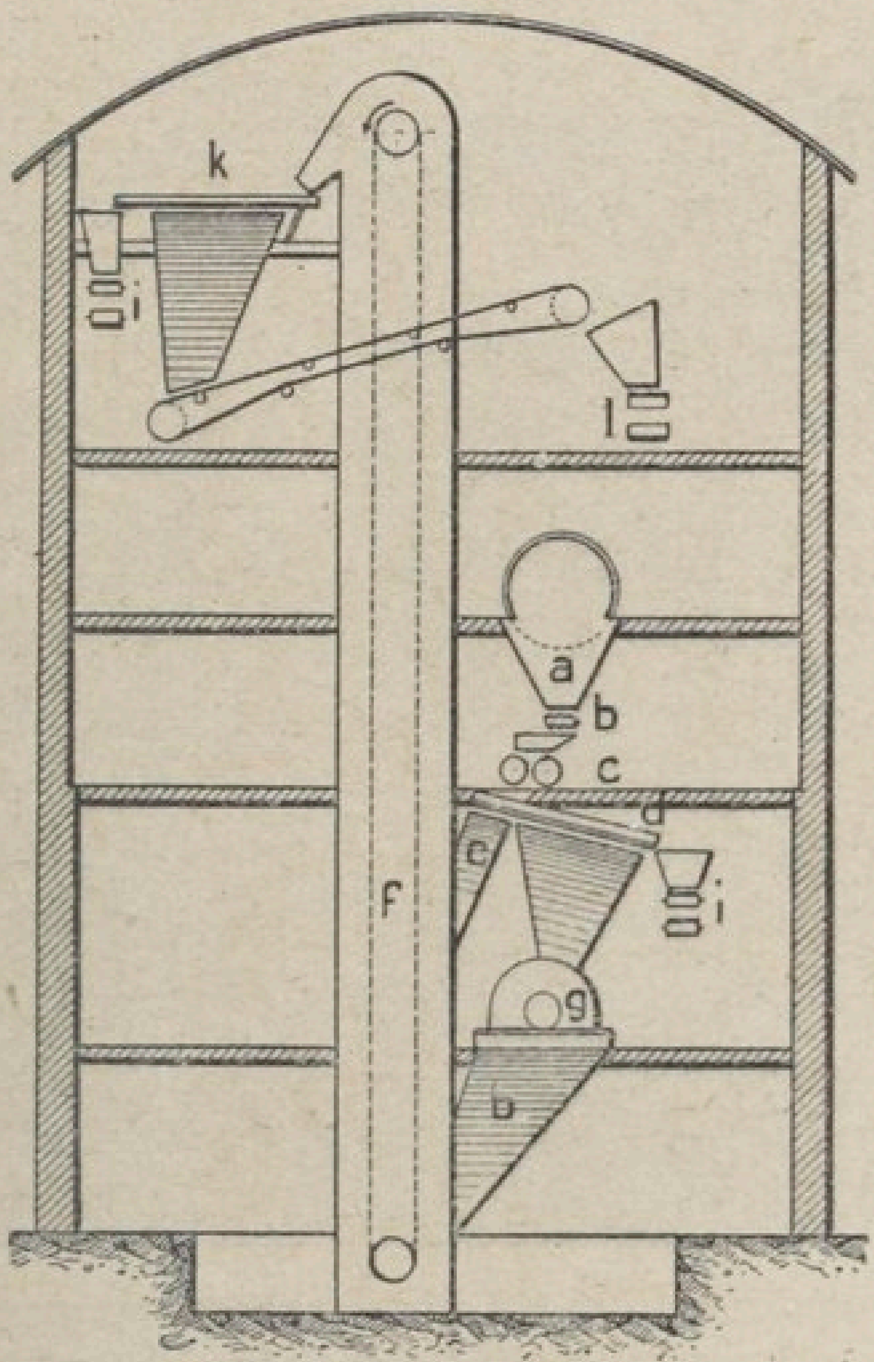
par un puits, atteignait 13.000 tonnes en 1913.

La Société des Mines de Charbon des Alpes possède 1.718 hectares en quatre concessions dans le département des Basses-Alpes, dans la vallée du Largue. L'extraction, qui se fait à petite profondeur par un puits et une descenderie, fournit des produits bitumineux et des lignites secs donnant 35 à 40 % de matières volatiles, avec un pouvoir calorifique de 5.000 à 6.000 calories. Le gisement contient treize couches exploitables d'une puissance totale de 18 mètres, réparties en trois faisceaux. La production de ce combustible avait atteint 42.000 tonnes en 1913.

La Compagnie des Mines de l'Arc, Prades et Sumène possède, dans les Bouches-du-Rhône, la concession de l'Arc, d'une superficie de 25 kilomètres carrés. Sa production en lignite ne dépassait pas 500 tonnes par an avant la guerre, mais il est fort probable qu'elle a dû augmenter depuis.

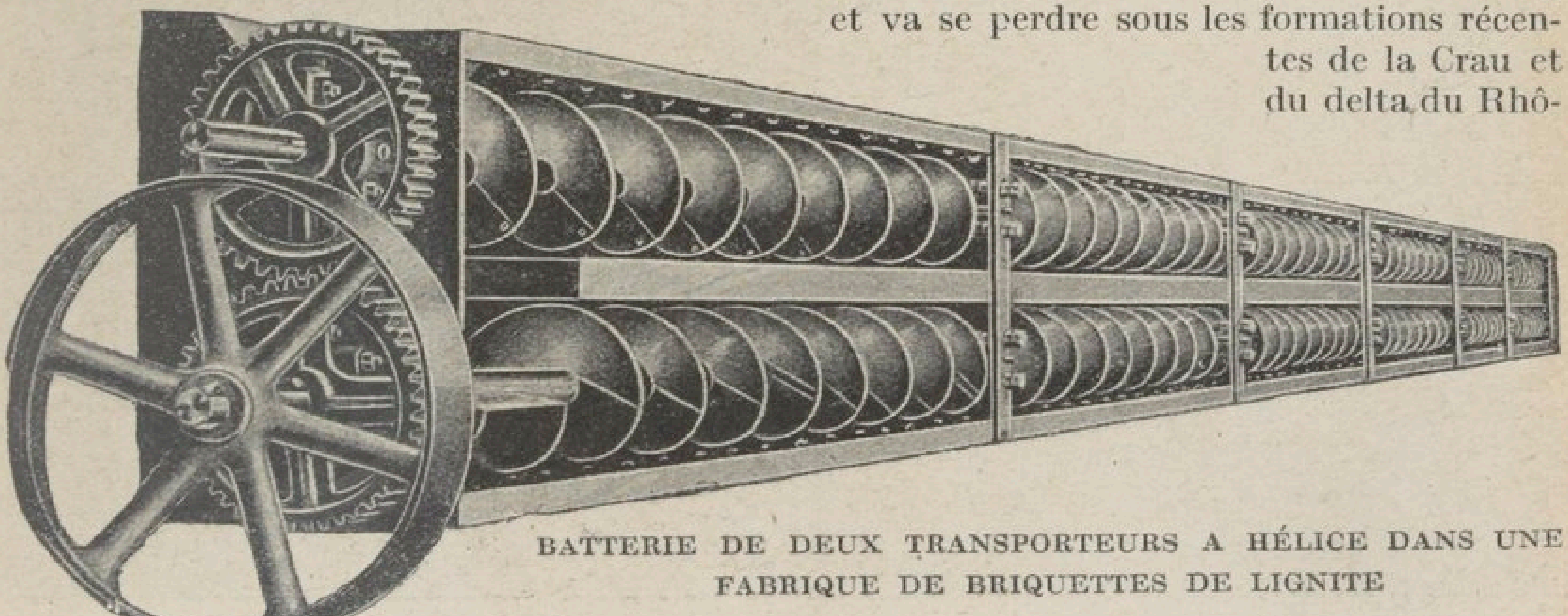
La Société des Charbonnages du Midi, qui exploite la concession de Meyreuil (Bouches-du-Rhône), d'une superficie de 1.042 hectares, avait, en 1913, deux puits en fonçage ayant atteint une profondeur de 150 mètres et munis de machines d'extraction à marche électrique.

Presque toute la production du département des Bouches-du-Rhône provient du bassin de Fuveau, au nord de Marseille, dont l'importance est assez considérable pour qu'il ait donné son nom à un étage géologique, le fuvélien. Il occupe une étendue de 800 kilomètres carrés, formant un banc allongé dans le sens est-ouest sur 70 kilomètres, avec une largeur d'environ 15 kilomètres. Ce bassin se ferme à l'est, disparaît à l'ouest sous l'étang de Berre, réapparaît au sud-ouest de cet étang et va se perdre sous les formations récentes de la Crau et du delta du Rhô-



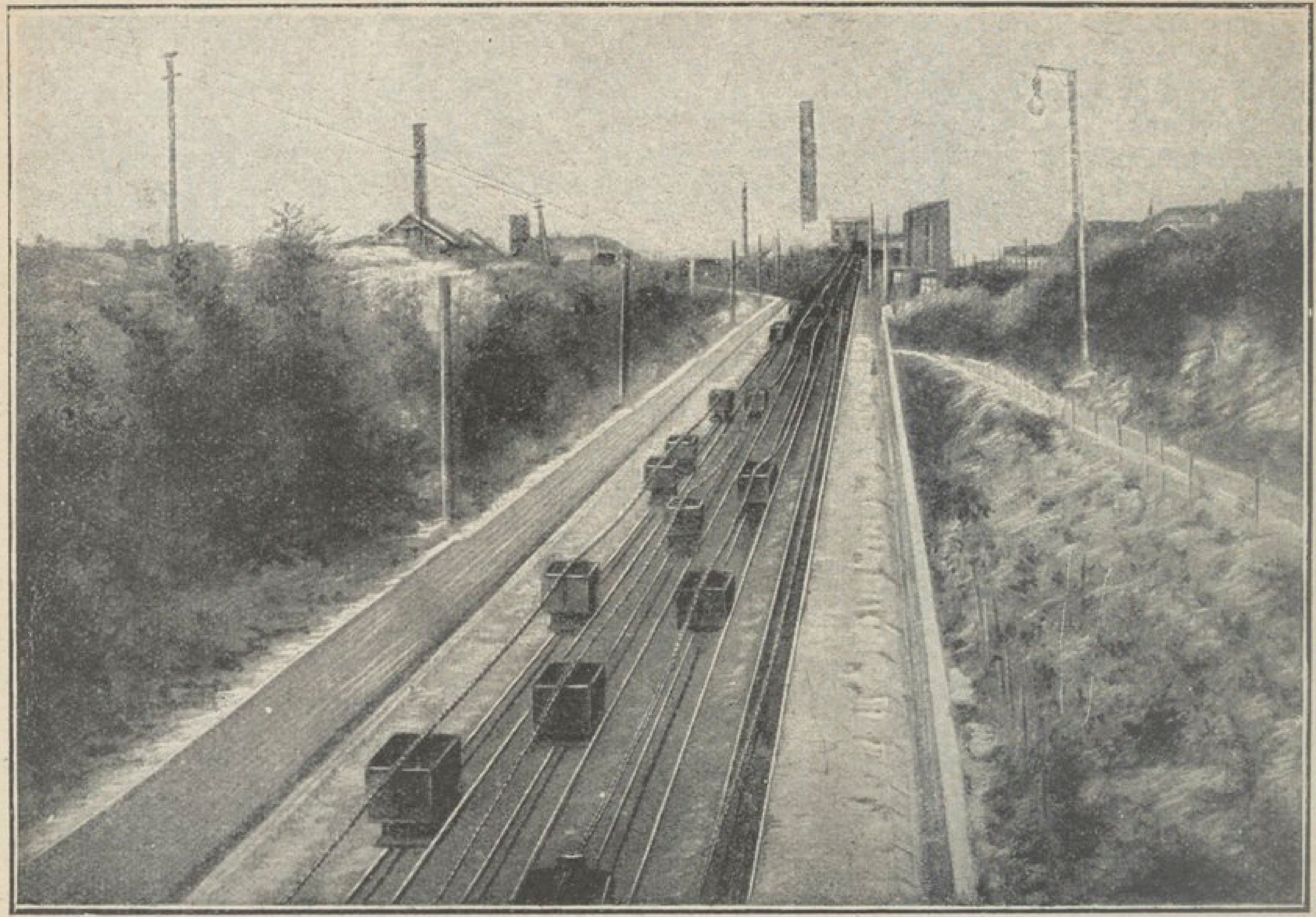
ATELIERS DE PRÉPARATION DES LIGNITES EN VUE DE L'AGGLOMÉRATION

La matière, apportée par un wagonnet, tombe dans une trémie a *d'où une courroie* b *l'amène au broyeur* c. *Le refus de ce dernier appareil passe sur un tamis oscillant* d, *tandis que les fines coulent par une glissière* e *vers une noria de relevage* F. *Les grains trop gros pour passer à travers le tamis* d *tombent dans un broyeur* g *au dessous duquel se trouve une seconde glissière* h *aboutissant à la noria* F. *Les fines remontées par cette noria tombent dans la trémie* k *et de là sur les courroies transporteuses* i.



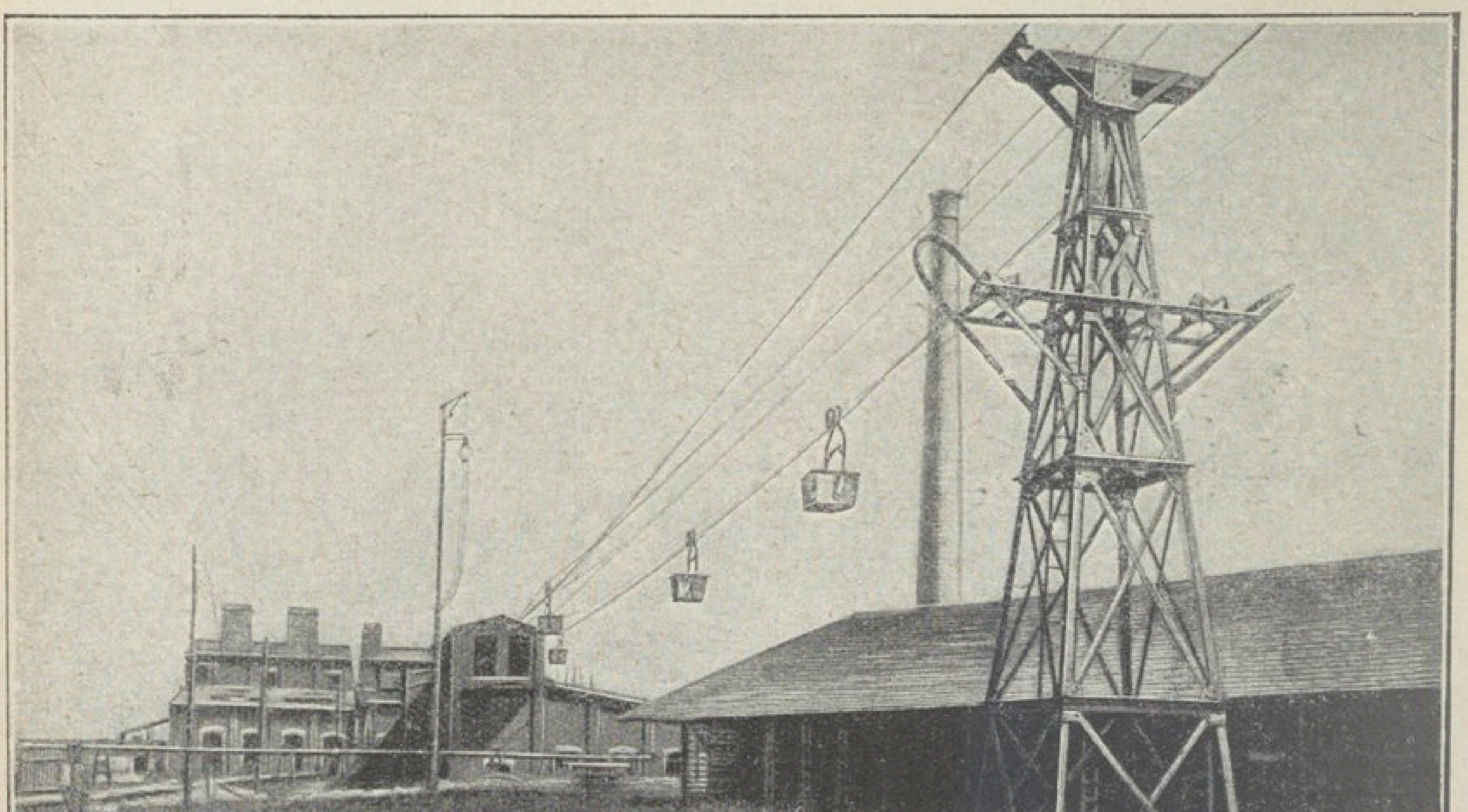
BATTERIE DE DEUX TRANSPORTEURS A HÉLICE DANS UNE FABRIQUE DE BRIQUETTES DE LIGNITE

L'hélice supérieure tourne en sens inverse de l'autre, bien qu'elles soient toutes deux actionnées par la même poulie. Le changement de sens de rotation est obtenu au moyen d'un train d'engrenages simple.



TRANSPORT AUTOMATIQUE DU LIGNITE A LA FABRIQUE DE BRIQUETTES

L'usine d'agglomération est située à la tête d'un plan incliné automoteur, à quatre voies à double chaîne, sur lequel les wagonnets sont entraînés au moyen de câbles.



TRANSPORT AÉRIEN DU LIGNITE DE LA MINE A UNE USINE D'AGGLOMÉRATION

Ici, le combustible qu'il s'agit de transformer en briquettes, est amené de la mine à la fabrique dans des wagonnets suspendus à des câbles aériens automoteurs.

ne. Le bassin du Fuveau est de formation fluvio-lacustre et appartient comme âge géologique à la partie supérieure du crétacé.

La région de l'est, celle de Fuveau, est la seule exploitée. La région du centre, entre Gardanne et l'étang de Berre, n'est pas exploitée mais pourrait l'être. Enfin, l'exploitation de la région occidentale serait dangereuse en raison des terrains fissurés et très spongieux qui forment le fond de l'étang de Berre.

Dans la région de Fuveau, on a reconnu cinq à six couches s'étageant sur une hauteur de 175 mètres ; la couche inférieure, qui est la plus importante, présente une puissance de 0 m. 75 à 2 mètres ; les autres couches comptent moins de 1 mètre. La puissance totale du faisceau varie de 2 à 5 mètres, et l'exploitation se fait par des puits dont la profondeur ne dépasse pas 500 mètres.

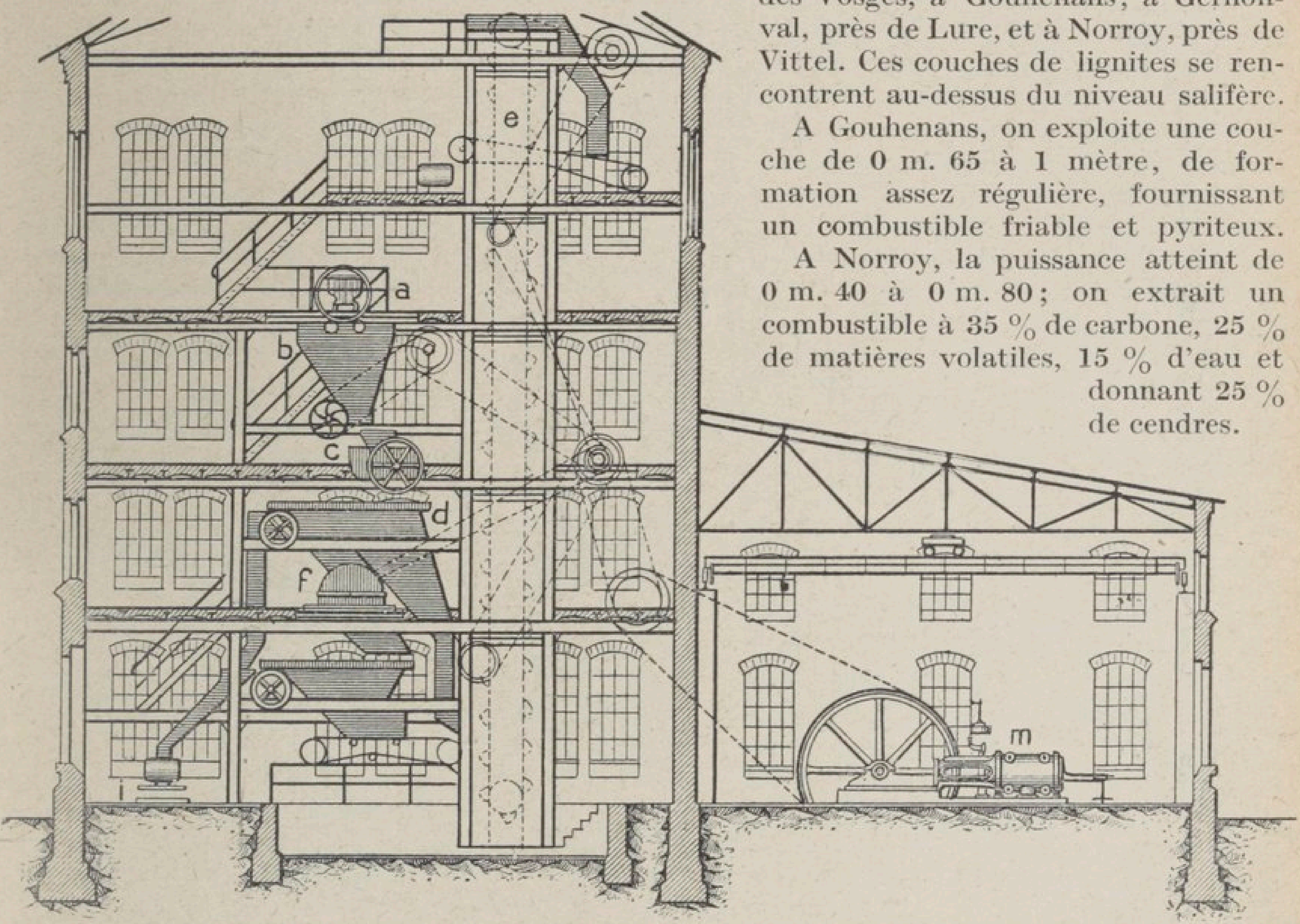
Le lignite du bassin de Fuveau contient 6 % d'eau, 40 à 50 % de matières volatiles, et fournit 5 à 20 % de cendres ; sa puissance calorifique oscille entre 5.500 et 6.000 calories. C'est, en somme, un combustible de bonne qualité, qui présente par ailleurs l'avantage de se prêter à la fabrication des agglomérés.

Le bassin de Fuveau est le seul qui ait donné lieu à une exploitation régulière de quelque importance, mais il existe, en d'autres points du territoire français, un certain nombre de petits bassins lignitifères.

Les bassins les plus anciens, au point de vue géologique, sont ceux que l'on trouve dans le keuper (étage des marnes irisées) des Vosges, à Gouhenans, à Gernonval, près de Lure, et à Norroy, près de Vittel. Ces couches de lignites se rencontrent au-dessus du niveau salifère.

A Gouhenans, on exploite une couche de 0 m. 65 à 1 mètre, de formation assez régulière, fournissant un combustible friable et pyriteux.

A Norroy, la puissance atteint de 0 m. 40 à 0 m. 80 ; on extrait un combustible à 35 % de carbone, 25 % de matières volatiles, 15 % d'eau et donnant 25 % de cendres.



COUPE VERTICALE D'UN ATELIER DE MOUILLAGE DES LIGNITES

Le combustible passe successivement dans une série de trémies et de broyeurs superposés a, b, c, d, f. *Une machine à vapeur* m *actionne l'usine, alimentée par une noria verticale* e.

On connaît depuis longtemps déjà un gisement jurassique important à Millau, dans le causse Noir et le plateau de Larzac, où il existe deux couches de 0 m. 20 à 0 m. 50 intercalées dans un calcaire bathonien.

Le crétacé et le tertiaire sont les étages géologiques qui renferment le plus de lignite. Au sud-ouest de Fuveau, il existe un autre gisement, celui de La Cadière.

Dans les Pyrénées-Orientales, en Cerdagne, nous citerons la mine d'Estavac, qui comprend cinq à six couches représentant une puissance totale de 3 à 4 mètres. Les couches sont extrêmement régulières et fournissent un lignite particulièrement friable.

Dans la vallée de la Durance, le lignite de Manosque, qui appartient à l'oligocène, présente une certaine importance. Au sud du

Lubéron, le faisceau comprend treize couches verticales s'étendant régulièrement sur 5 kilomètres de longueur, présentant une épaisseur individuelle de 0 m. 40 à 1 mètre et une puissance totale d'environ 8 mètres.

Dans la vallée inférieure du Rhône, il existe plusieurs gisements aux environs d'Avignon et de Montélimar. Les plus importants sont ceux de Méthamis, Bagnols et Orange. A Méthamis, on a recoupé, il y a quelques années, trois couches d'une puissance de 0 m. 40 à 1 m. 20.

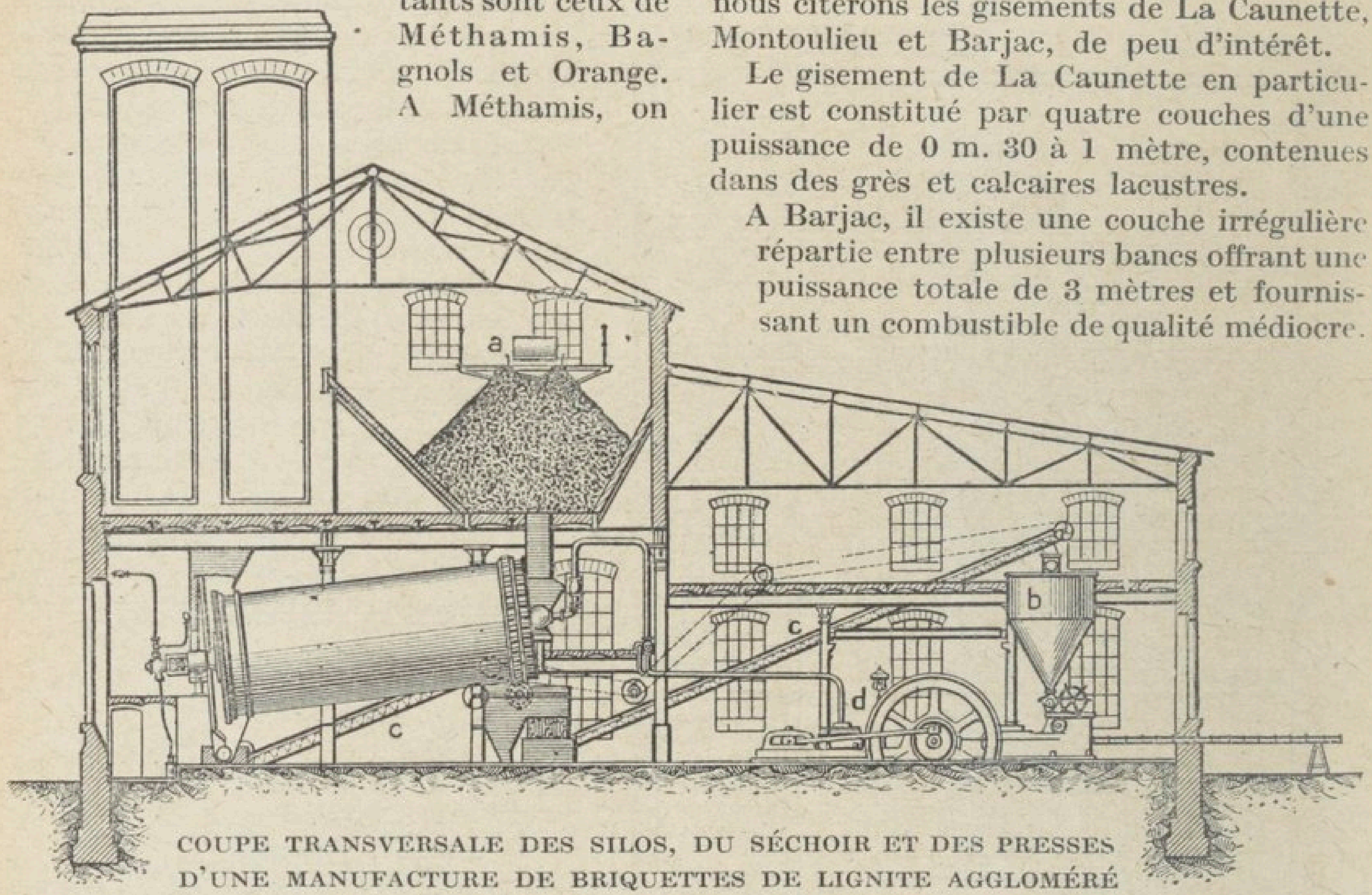
Dans la région de Bagnols, on a reconnu une formation appartenant au cénomanien, que l'on peut suivre sur la rive droite du Rhône, entre les vallées de la Tave et de l'Ardèche, sur une longueur d'environ trente kilomètres. Cette formation est constituée par un calcaire lacustre de 40 mètres d'épaisseur, présentant des lits de sable et d'argile avec deux ou trois couches d'un lignite assez impur ayant une puissance totale de 2 à 3 mètres. Elles fournissent un combustible donnant 20 % d'eau et 50 à 60 % de matières volatiles ; la proportion de cendres est très élevée (30 à 40 %). Le pouvoir calorifique de ce lignite atteint 5.000 calories environ.

Dans la partie méridionale du bassin du Rhône, on a trouvé quelques petits bassins lignitifères à Chambéry, à Hauterives, à la Tour-du-Pin. Ce dernier gisement a donné lieu autrefois à une exploitation très active. Au nord de la vallée du Rhône, dans la Bresse il existe quelques gisements de lignite miocène au nord d'Ambérieu, et près de Lons-le-Saulnier. Le gisement d'Ambérieu présente deux couches assez irrégulières avec une puissance totale de 2 à 4 mètres.

Enfin, au sud-est du massif des Cévennes, nous citerons les gisements de La Caunette, Montoulieu et Barjac, de peu d'intérêt.

Le gisement de La Caunette en particulier est constitué par quatre couches d'une puissance de 0 m. 30 à 1 mètre, contenues dans des grès et calcaires lacustres.

A Barjac, il existe une couche irrégulière répartie entre plusieurs bancs offrant une puissance totale de 3 mètres et fournissant un combustible de qualité médiocre. Cette formation lignitifère paraît occuper une assez grande étendue, et l'on a reconnu des affleurements d'une certaine importance sur une trentaine de kilomètres de longueur au nord d'Alais, entre Méjanes et Barjac.



COUPE TRANSVERSALE DES SILOS, DU SÉCHOIR ET DES PRESSES D'UNE MANUFACTURE DE BRIQUETTES DE LIGNITE AGGLOMÉRÉ

Le lignite, introduit dans le silo par la trémie a, *tombe dans le tambour de séchage rotatif inférieur. Il est ensuite relevé par les norias* c *dans un cône répartiteur* b, *d'où il passe dans les presses actionnées par la machine à vapeur* d.

En somme, à part le bassin de Fuveau, qui offre un intérêt indiscutable, les autres formations lignitifères de notre pays se présentent dans des conditions peu favorables à l'exploitation soit que la puissance des couches soit insuffisante, soit que la qualité des combustibles soit au-dessous de la moyenne, rendant leur utilisation difficile.

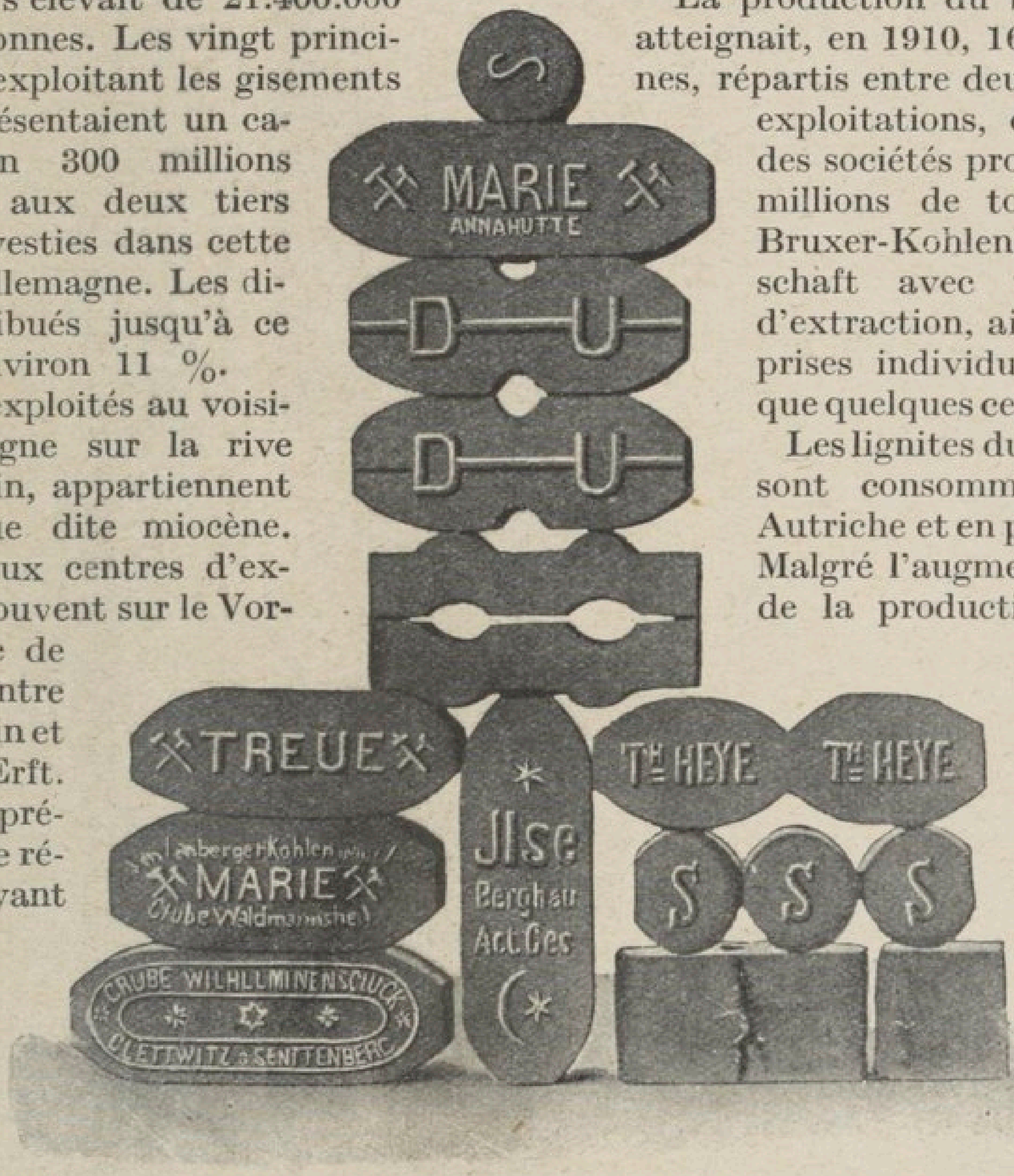
L'Italie n'extrait guère que des lignites en fait de combustibles minéraux. La production s'est élevée de 778.000 tonnes en 1914, à plus d'un million de tonnes en 1915. Cette industrie est concentrée dans le district de Florence qui a extrait, en 1914, 599.000 tonnes, soit plus des trois quarts du total. Les environs de Rome ne comptent

que pour 14.000 tonnes, ce qui ne peut être considéré comme une grosse exploitation.

L'industrie des lignites allemands s'est beaucoup développée pendant la guerre, et surtout depuis 1916. L'extraction en 1915 avait dépassé 88 millions de tonnes contre 87 millions en 1913, tandis que la fabrication des briquettes s'élevait de 21.400.000 à 23.300.000 tonnes. Les vingt principales sociétés exploitant les gisements de lignite représentaient un capital d'environ 300 millions correspondant aux deux tiers des sommes investies dans cette industrie en Allemagne. Les dividendes distribués jusqu'à ce jour sont d'environ 11 %.

Les lignites exploités au voisinage de Cologne sur la rive gauche du Rhin, appartiennent tous à l'époque dite miocène.

Les principaux centres d'exploitation se trouvent sur le Vorgebirge, chaîne de collines située entre la vallée du Rhin et le cours de l'Erft. Le lignite se présente dans cette région en bancs ayant de 15 à 100 mètres de puissance, très réguliers, horizontaux et généralement dépourvus de bancs stériles. Les exploitations se répartissent sur une surface d'environ 120 kilomètres carrés. L'épaisseur des morts terrains est suffisamment faible (10 à 15 mètres en moyenne) pour permettre de cuber le gisement total et de l'exploiter à ciel ouvert.



SPÉCIMEN DE BRIQUETTES DE LIGNITE ALLEMANDES

Ces agglomérés ont été fabriqués dans les usines du Rhin et il sont conservés comme modèles-types dans le musée annexé à l'Académie des Mines de Berlin.

Il existe dans cette région plus de 3 milliards de tonnes de lignites utilisables au voisinage des houilles du bassin de la Ruhr. Ce combustible, extrait en carrière, renferme environ 60 % d'eau et il en faut 3 kilos pour représenter 1 kilogramme de houille.

Jusque vers 1880, cette industrie était restée peu importante en Allemagne, et la Bohême, qui, grâce à l'Elbe, réalisait des transports peu coûteux, approvisionnait alors à peu près seule le marché prussien.

Sur un total de 26 millions de tonnes de lignites extraits en Autriche, la Bohême en produit 21,6. Viennent ensuite la Styrie, la Haute-Autriche, la Carniole, etc.

Le bassin lignitifère de Brux-Teplitz-Komotau (48.000 hectares), situé au nord-ouest de la Bohême, est certainement le plus important de l'Autriche-Hongrie.

La production du bassin de Teplitz atteignait, en 1910, 16 millions de tonnes, répartis entre deux cent cinquante exploitations, qui comprennent des sociétés produisant plusieurs millions de tonnes, comme la Bruxer-Kohlenbergbau Gesellschaft avec vingt-trois sièges d'extraction, ainsi que des entreprises individuelles n'extrayant que quelques centaines de tonnes.

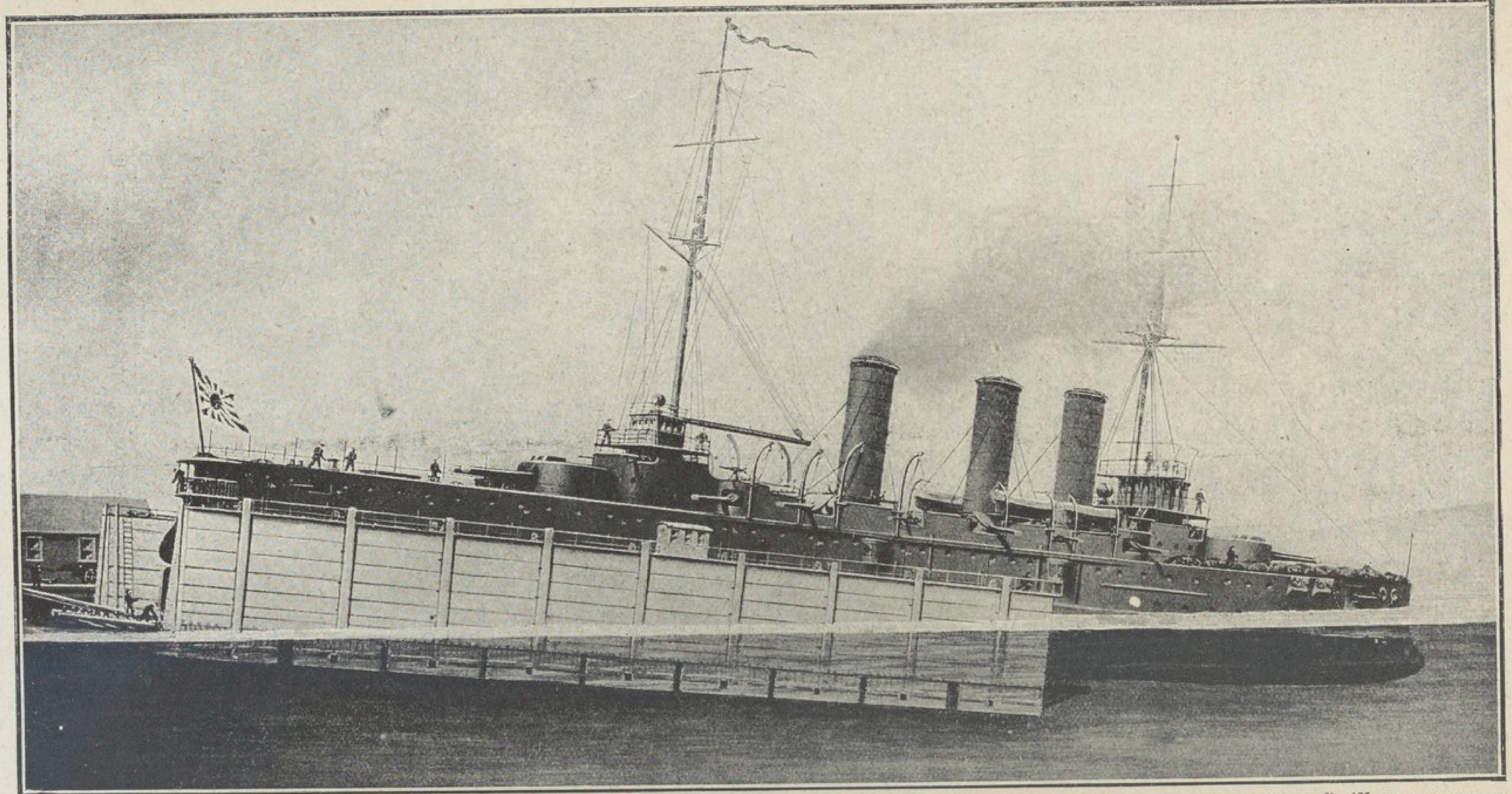
Les lignites du bassin de Teplitz sont consommés en partie en Autriche et en partie à l'étranger. Malgré l'augmentation graduelle de la production, on constate que la consommation intérieure tend à augmenter tandis que l'exportation est en diminution.

A côté du bassin de Teplitz, il convient encore de citer celui de Karlsbad-Elbogen-Falkenau et celui de l'Egerland. Le premier, d'une superficie de 13.000 hectares, produit un lignite noir brillant, très riche en matières volatiles à pouvoir calorifique élevé, qu'on appelle charbon à gaz et qui se rapproche du cannel coal. Si l'on en excepte cette dernière catégorie de produits, qui s'expédie dans toute l'Autriche, la Suisse et l'Italie comme matière enrichissante pour les usines à gaz, le reste de la production est entièrement consommé sur place ou dans les établissements industriels, de l'autre côté de la frontière saxonne.

En résumé, l'exploitation des lignites est plus intéressante pour les puissances centrales que pour les Alliés qui ne possèdent pas de gisements puissants de ce combustible, d'ailleurs de qualité inférieure.

ALBERT CHIRAZ.

COMMENT FUT RÉPARÉ LE NAVIRE DE GUERRE JAPONAIS " AZUMA "



Le croiseur de 1re classe Azuma, d'un déplacement de 9.300 tonnes, avait eu ses hélices avariées et, pour les réparer, aussi bien d'ailleurs que pour remplacer certaines pièces, il était nécessaire de soulever l'arrière du navire hors de l'eau. Pour atteindre ce résultat, le mieux était évidemment d'introduire le bâtiment dans une cale sèche, mais il n'y avait de disponible que le dock flottant du port d'Honolulu dont la force de levage et la longueur, respectivement de 4.500 tonneaux et 100 mètres, faisaient piètre figure devant les 9.300 tonnes et les 136 mètres de longueur de l'Azuma. Pour tourner la difficulté, le dock, submergé et placé sous l'arrière du navire, fut allégé ensuite de son lest d'eau ; le croiseur fut soulevé par l'arrière, une extrémité du dock se trouvant à son immersion maximum et l'autre, au contraire, presque à fleur d'eau.

LES EXPLOITATIONS FORESTIÈRES DES CANADIENS EN FRANCE

Par Clément FORGET

Malgré l'intense consommation de traverses et de planches de toutes sortes qui a lieu sur le front occidental, la France a dû renoncer depuis trois ans à importer des bois exotiques, canadiens ou autres, à cause de la pénurie de fret résultant de la guerre sous-marine.

Le génie militaire réclame des traverses pour ses voies ferrées, pour ses travaux de sape et de mine, et pour la construction des ponts provisoires ou permanents. L'infanterie a fait du bois un des éléments principaux des tranchées et des abris de tous genres où s'installent les divers postes de commandement, de liaison, d'écoute, etc.

Il a donc fallu nous résigner à vivre sur nos propres ressources et à livrer une partie importante de nos belles forêts françaises à une exploitation intensive qui était devenue elle-même un problème fort difficile à résoudre, étant donné l'absence des ouvriers spéciaux, presque tous mobilisés au front.

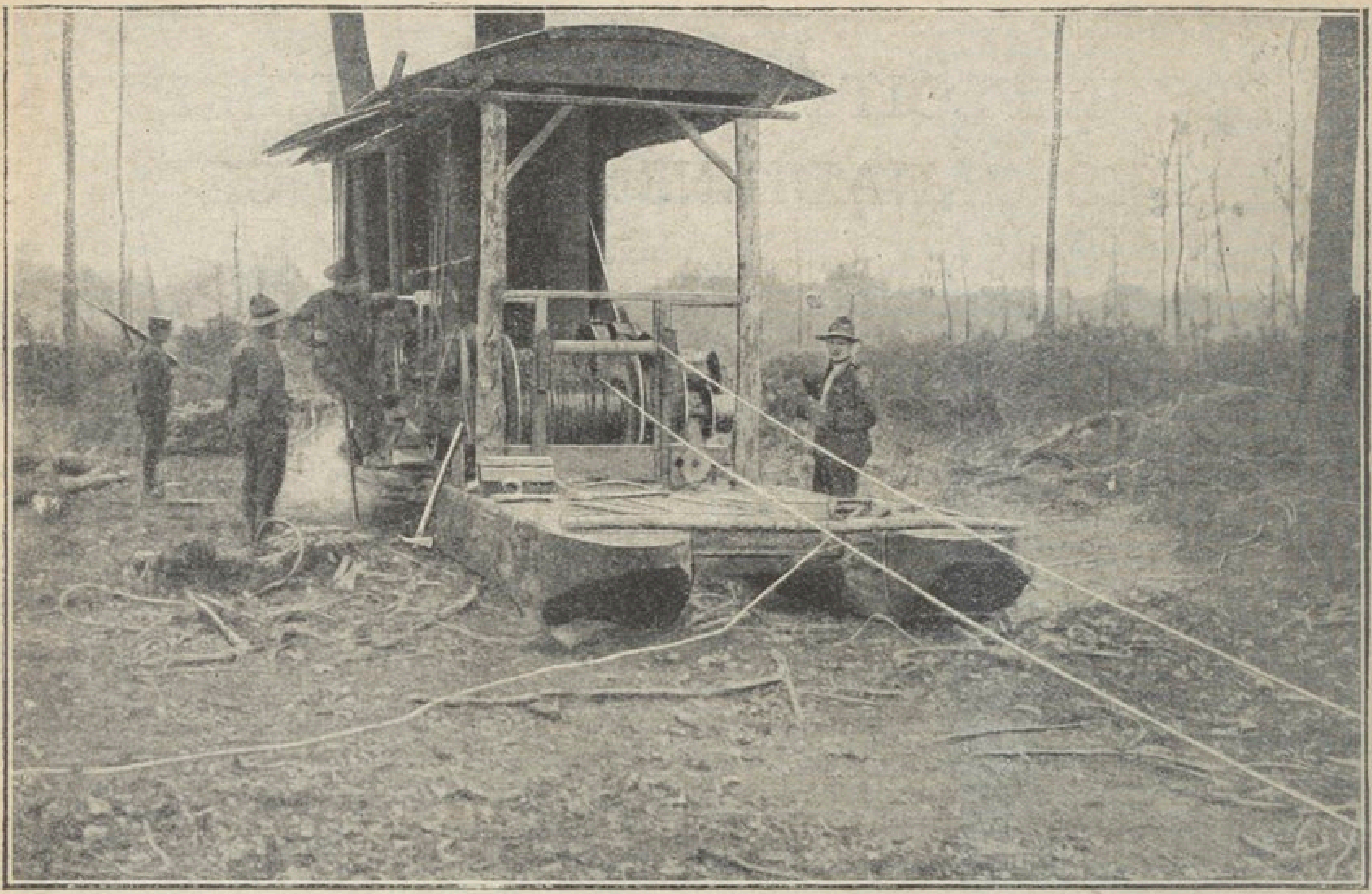
L'abatage des arbres est donc devenu une nécessité à tous les points de vue, mais il a fallu organiser dans ce but des services nouveaux afin de remédier au manque de main-d'œuvre nationale en recourant à l'aide de nos alliés anglais, dont les colonies et les dominions renferment d'immenses richesses forestières partout largement exploitées.

Le Canada, notamment, est un des pays les plus riches du monde à ce point de vue.

Aussi, c'est là que les Anglais ont pu trouver un nombre de volontaires suffisant

ABATAGE D'UN ARBRE À LA SCIE PAR DES BUCHERONS CANADIENS

L'entraînement de ce personnel est tel qu'il suffit de quelques minutes à deux hommes pour sectionner la base d'un tronc au moyen d'une scie à larges dents manœuvrée horizontalement.



TREUIL A VAPEUR MONTÉ SUR SABOTS POUR LA MANUTENTION DES ARBRES ABATTUS

Sur le tambour horizontal du treuil s'enroule un double câble en acier qui, à vingt mètres en arrière, passe dans la gorge d'une poulie métallique suspendue à un arbre. Les extrémités des deux brins du câble sont fixées à chaque tronc qu'il s'agit d'amener vers la voie ferrée de service.

pour former des régiments de forestiers professionnels que l'on a répartis par bataillons et par compagnies, aussi bien en Angleterre qu'en France et en Italie, pour remplacer les bûcherons mobilisés dans ces pays.

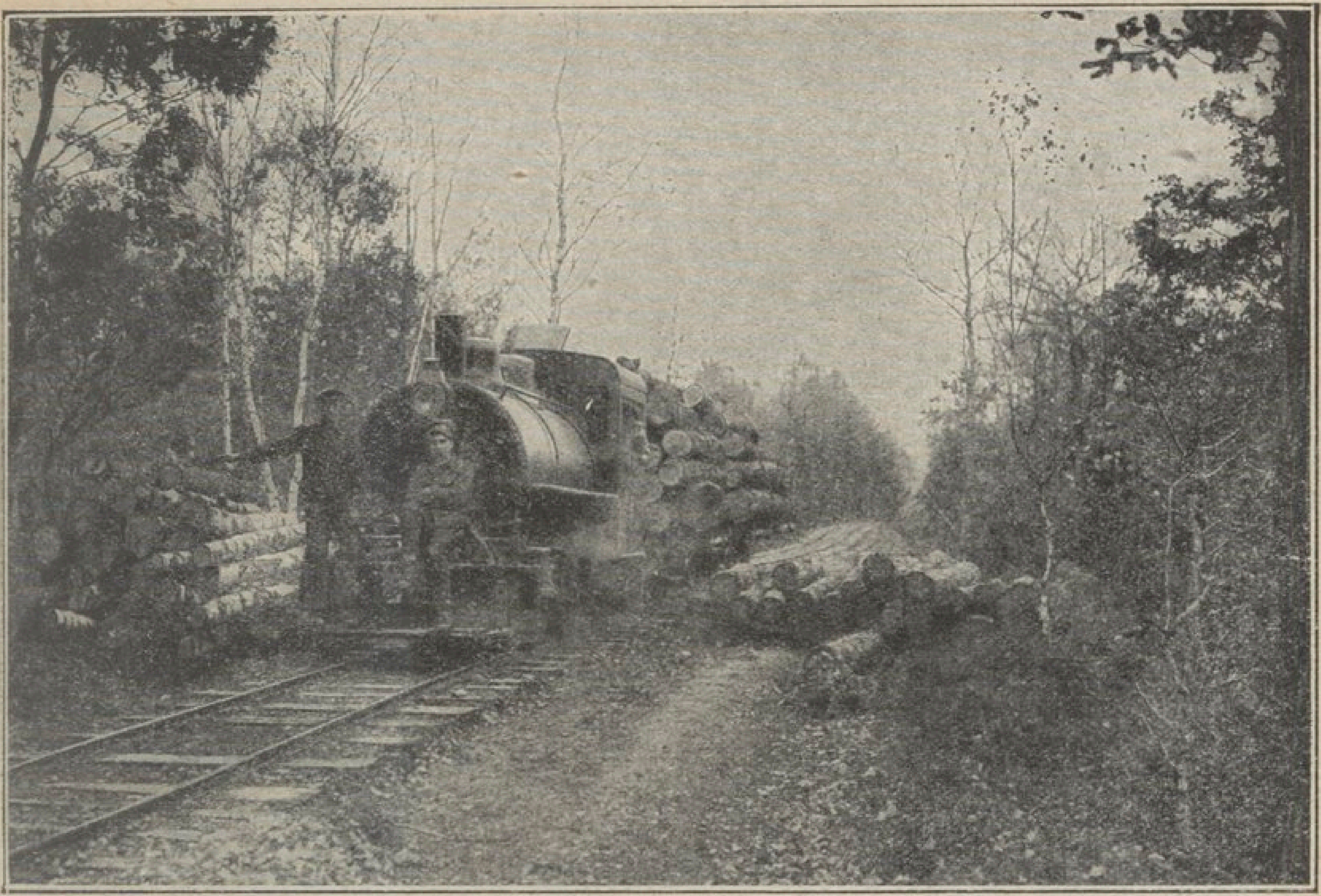
Chaque compagnie comprend 175 hommes et se déplace amenant avec elle ses baraquements qui forment un vrai village confortable et sainement installé. Chaque compagnie comporte un chantier d'abatage avec son matériel et son personnel, et une scierie mécanique. Des prisonniers de guerre allemands, capturés généralement par les troupes canadiennes, à Vimy, à Ablain-Saint-Nazaire, ou dans d'autres villages du front septentrional français, sont adjoints à chaque bataillon de trois compagnies par équipes d'environ cinq cents hommes et sous-officiers.

Des groupes forestiers comportant environ mille hommes, prisonniers compris, ont été ainsi répartis dans dix régions forestières françaises et se sont mis au travail en appliquant les méthodes pratiquées au Canada pour l'abatage et le débitage des arbres.

L'un de ces bataillons opère non loin de Paris, dans la forêt de Dreux, où chacune de ses trois compagnies a installé un chantier à la lisière des bois. Les photographies qui illustrent cet article ont été prises au chantier dit du Gué-des-Grues, installé sur un terrain accidenté qui a nécessité la construction, à flanc de coteau, d'une voie ferrée inclinée de 45°, afin de faciliter le transport, sans trop long détour, des troncs abattus sur les crêtes vers la scierie à vapeur.

Les forestiers canadiens ne coupent pas les arbres au moyen d'une scie mécanique. Au contraire, ce travail est le seul qui, dans l'occurrence, ne soit pas effectué par une machine. Deux hommes, maniant une longue et large scie à grandes dents, sectionnent le fût des arbres au ras du sol. Ces bûcherons sont si bien entraînés qu'il ne leur faut pas plus de quatre minutes pour scier un gros sapin et pour l'abattre. Pour les essences à bois dur, telles que le chêne, il ne leur faut pas plus de dix minutes. Dès que l'arbre est tombé, on en coupe les branches et l'on sectionne le tronc en morceaux de longueur proportionnelle à son diamètre. Quand cette besogne est terminée, les travaux de transport, de débitage et de chargement s'opèrent entièrement à l'aide de moyens mécaniques.

Il s'agit alors de transporter chaque tronc, de l'endroit où il a été abattu jusqu'à la plus proche voie étroite ou route desservant



LOCOMOTIVE REMORQUANT UN WAGONNET CHARGÉ DE TRONCS ABATTUS

Sur un réseau de voies étroites, à rails écartés de 60 centimètres, circulent de petites locomotives-tenders à vapeur, chauffées au bois. Les wagonnets, du type à boggies, peuvent recevoir chacun vingt-cinq troncs d'arbres, qui sont transportés aux scieries.

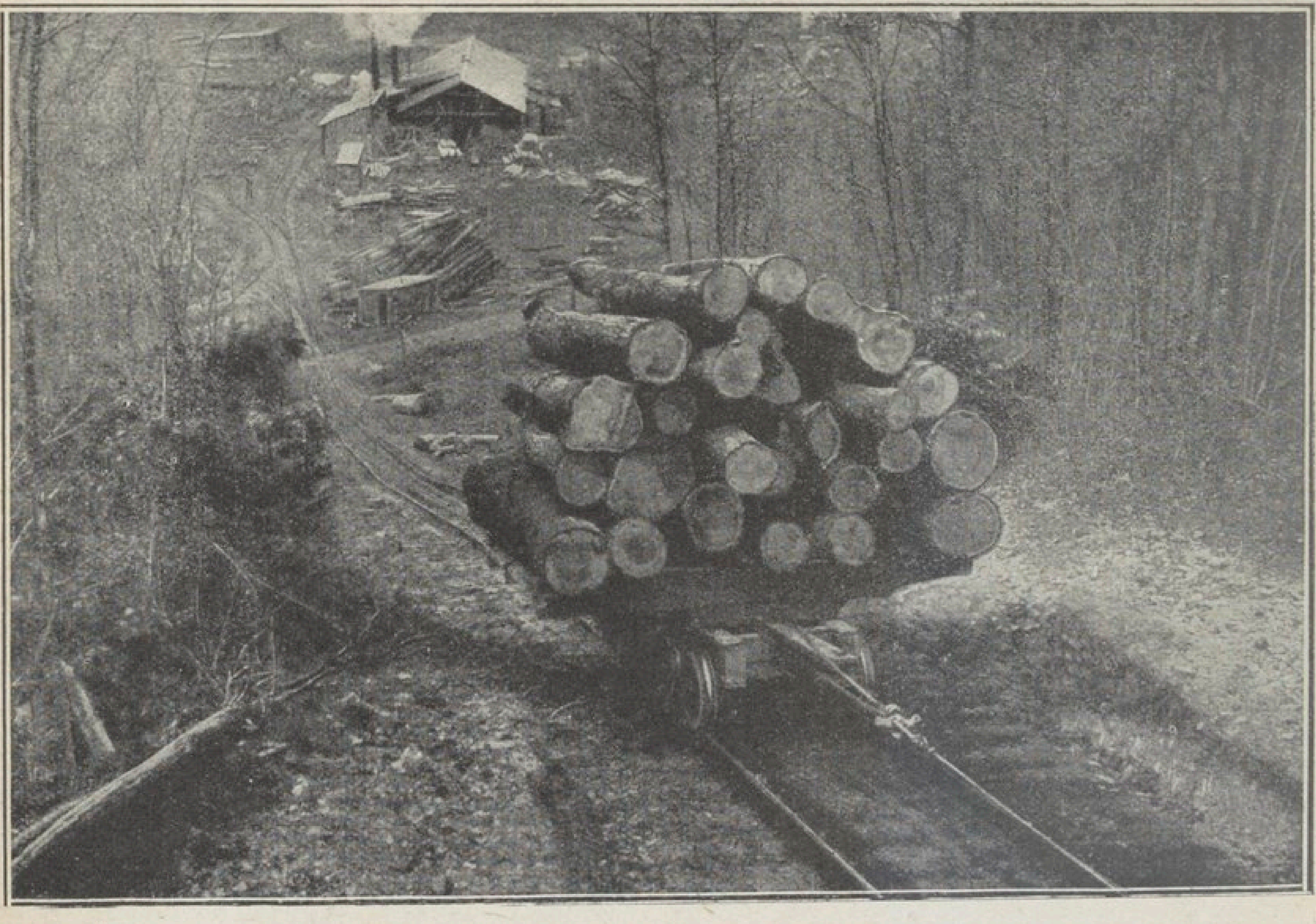
l'exploitation. On y réussit économiquement en utilisant un dispositif à action rapide consistant en un treuil à vapeur dont la machine et la chaudière sont fixées sur un sabot permettant de déplacer l'ensemble en terrain plat ou accidenté. (Photo page 330.)

On peut ainsi haler et rassembler les troncs épars dans la forêt au moyen de câbles d'acier auxquels on les attache. Il est parfois bizarre de voir ainsi des troncs d'arbres, ayant plus de quinze mètres de longueur, se déplacer au milieu des coupes, tirés par des câbles qui disparaissent entièrement sous les herbes. Chaque forêt est desservie par un réseau ferré à voie étroite qui atteint jusqu'à vingt kilomètres et qui complète les routes aboutissant aux scieries. Quand le terrain s'y prête, comme au Gué-des-Grues, on installe des plans inclinés automoteurs. Des wagons chargés de vingt-cinq troncs d'arbres, pesant plusieurs tonnes, descendent la pente, retenus par un câble qu'actionne une puissante machine à vapeur. Au retour, les véhicules sont tirés de la même manière jusqu'au sommet du plan. Sur les voies de niveau, les trains de bois sont remorqués par de petites locomotives à vapeur qui ont été fournies, comme tout le reste du matériel d'exploitation, par des usines canadiennes de Québec et de Montréal.

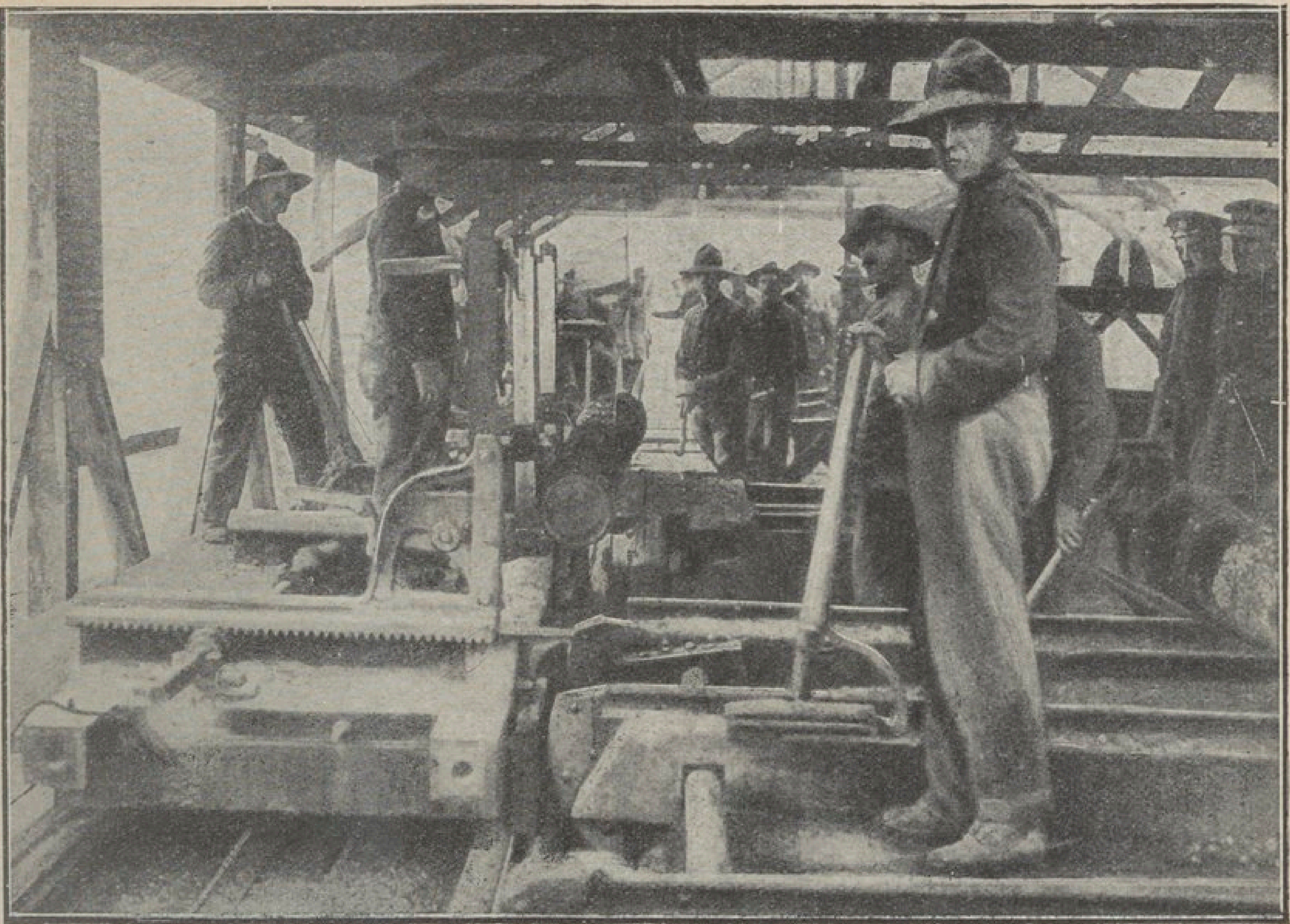
Lors de leur arrivée à la scierie, les troncs d'arbres sont examinés par des hommes qui les trient afin de les classer dans les diverses catégories : bois de chauffage, poteaux, traverses, madriers, planches, etc. Les hommes qui procèdent à cette opération sont armés, comme la plupart des forestiers canadiens, d'un croc dont le manche sert de levier et que l'on appelle en anglais *cant hook*. Manié avec une grande habileté par ces spécialistes, ce crochet sert à soulever les troncs les plus lourds, à les faire rouler, à les charger sur des camions ou sur des wagonnets, et enfin à les placer sous la scie suivant l'orientation convenable en vue de leur débitage facile, exact et rapide. Le *cant hook* permet de faire sans peine, et avec une remarquable facilité, le travail que l'on désigne en français par l'expression : donner quartier à la pièce.

Les manutentions qui ne sont pas opérées par les wagonnets à voie étroite s'effectuent au moyen de camions remorqués par de solides chevaux canadiens harnachés d'une manière à la fois pittoresque et élégante,

CHANTIER DE TRIAGE DES TRONCS D'ARBRES ABATTUS EN VUE DE LEUR FUTUR EMPLOI



WAGONNET CHARGÉ DE BOIS EN GRUME DESCENDANT SUR UN PLAN INCLINÉ

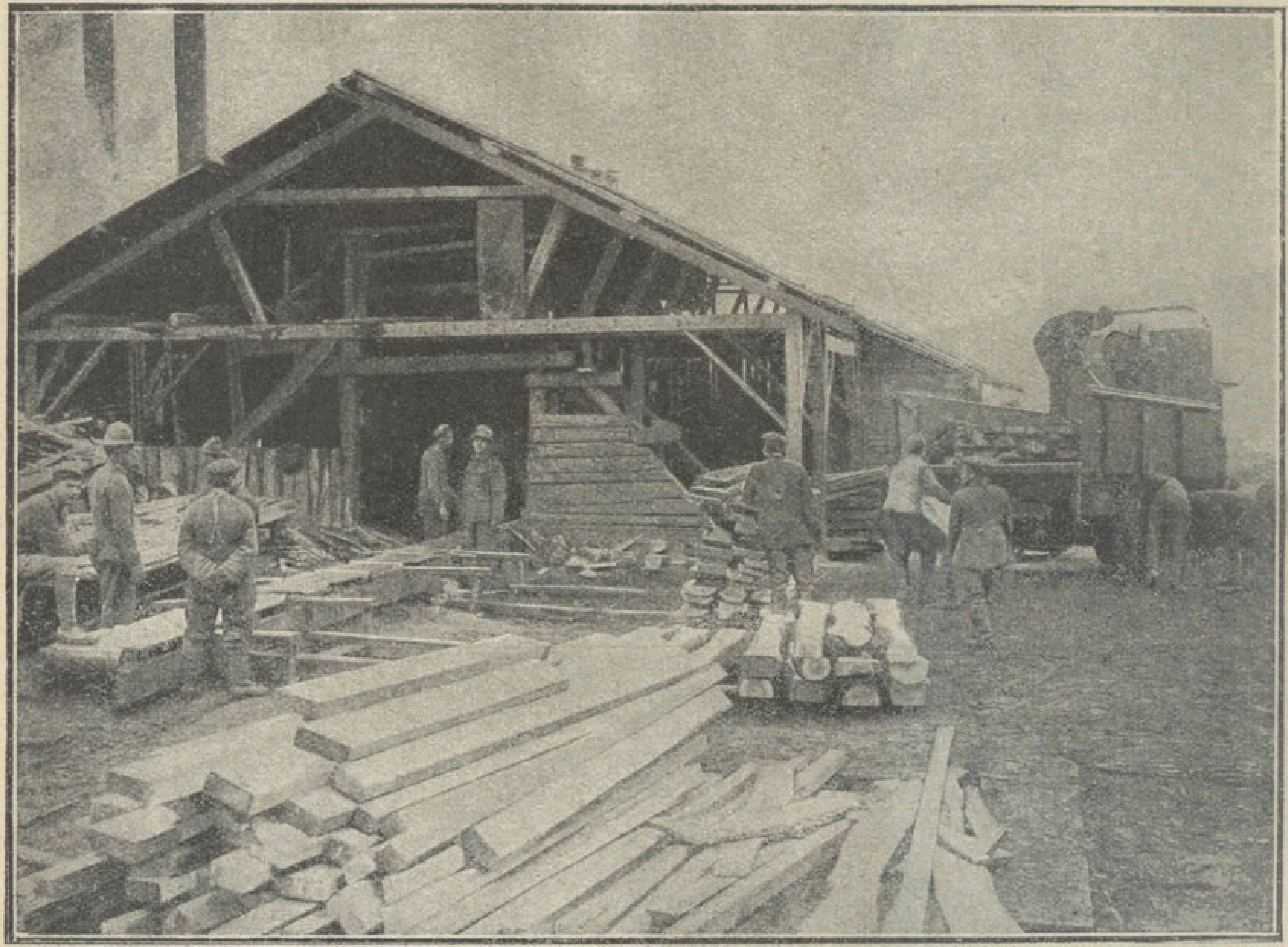


SCIE MONTÉE SUR BATI MOBILE SE DÉPLAÇANT PARALLÈLEMENT A L'ARBRE A ÉCORCER

OUVRIERS ARMÉS DE « CANT HOOKS » PRÉSENTANT DES TRONCS A LA SCIE CIRCULAIRE

Les scieries ont été installées d'une manière excessivement pratique sur le modèle de celles qui fonctionnent à la satisfaction générale dans les forêts canadiennes.

Les unes sont surélevées, tandis que les autres sont montées au ras du sol. Le premier dispositif est le plus pratique quand on dispose d'un terrain à flanc de coteau, car les bois arrivant à l'étage supérieur tombent directement, après débitage, dans des wagons ou sur des camions qui doivent les transporter à la gare voisine en vue de leur départ sur le front, s'ils n'ont pas été achetés par des industriels pour des usages divers. La photographie page 333 montre la scierie du Gué-des-Grues pourvue de scies circulaires à axe horizontal actionnées par des moteurs électriques. Le détail représenté par la gravure suivante montre comment les tronçons sont amenés devant la scie. Au moment où celle-ci va les entamer, des hommes armés de *cant hooks* leur impriment un mouvement de rotation de manière à ce que le débitage ait lieu dans les conditions les plus avantageuses au point de vue du rendement et de la qualité des produits. Pendant l'opération, des forestiers munis également de crochets suivent chaque passe de la scie et font, au moment voulu, la manœuvre nécessaire pour que la pièce en travail repasse devant l'outil sous une nouvelle orientation ou bien soit entraînée vers les wagons en chargement. La sciure, produite en abondance, est déversée automatiquement dans des tombereaux.



CAMION AUTOMOBILE CHARGEANT DES TRAVERSES A LA SCIERIE DU GUÉ-DES-GRUES

Tous les jours plusieurs centaines de traverses sont mises par chaque scierie à la disposition du Service des chemins de fer militaires des fronts britannique et français.

Le sciage est effectué par des ouvriers très expérimentés qui doivent décider, d'un rapide coup d'œil, du meilleur emploi de chaque tronc suivant sa grosseur, sa forme plus ou moins régulière et aussi d'après l'essence de l'arbre. Un contremaître conduit ce travail au moyen d'un simple levier qui commande les manœuvres de va-et-vient d'une plate-forme montée sur rails et qui sert à provoquer le déplacement de morceaux de bois parallèlement au disque de la scie circulaire. Pour obtenir des planches d'épaisseur variable le même levier sert à écarter les supports maintenant les troncs par rapport au plan de la scie. Grâce à la répétition constante de manœuvres identi-

ques, celles-ci sont exécutées extrêmement rapidement et avec une grande régularité, sans à-coups ni erreur d'aucune sorte.

Les pièces de bois, qui tombent sous le plancher, sont mises en piles et soigneusement décomptées par catégories. On forme ainsi des stocks quand la production le permet, et c'est là que l'on charge les camions automobiles qui font le service de la gare.

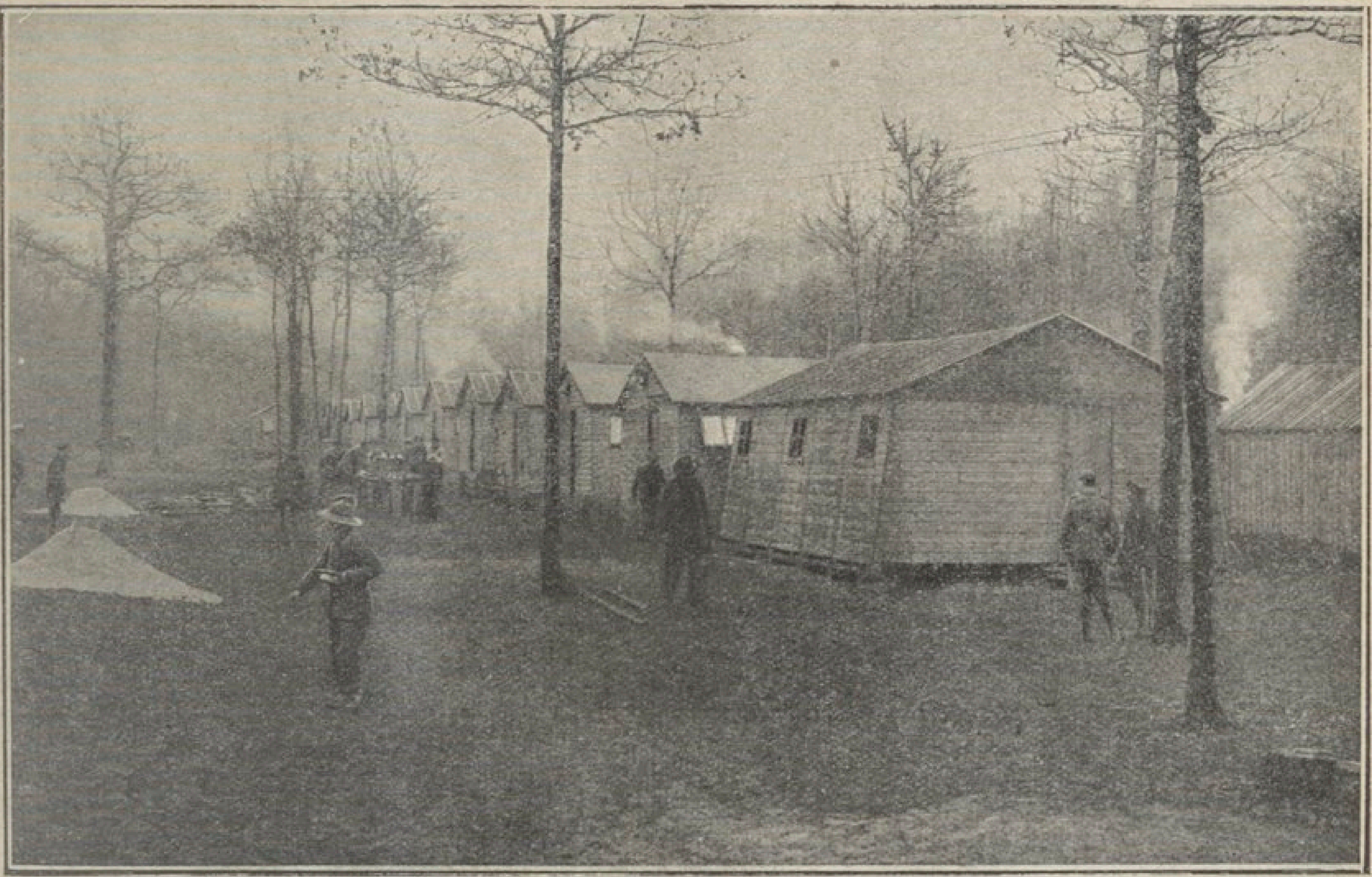
L'étendue à déboiser en forêt de Dreux s'élève à 3.000 hectares devant fournir chacun environ 60 mètres cubes depuis le 1er août 1916, date de l'inauguration des chantiers. Les bois de futaies servent pour la construction tandis que les taillis sont exploités en vue du chauffage. Des boqueteaux sont réservés çà et là pour la reconstitution des forêts, mais il ne faut pas se dissimuler que celle-ci sera longue. On compte qu'en six mois de temps, c'est-à-dire fin janvier 1918, les 3.000 hectares mis en coupe à Dreux seront entièrement déboisés. Le nombre de fûts traités par jour et par scierie atteint 95, soit environ 950 par journée de dix heures. Cette production correspond à une expédition quotidienne de 300 stères de bois.

Quand l'exploitation sera terminée, les baraquements, les ateliers et les machines seront entièrement démontés pour être transportés sur d'autres points d'activité.

Rien n'a été négligé pour que les hommes enrôlés dans les compagnies de forestiers canadiens soient convenablement couchés et nourris. Les baraques sont surélevées de manière à éviter les inconvénients résultant de l'humidité du sol qar les fortes pluies. L'aération est réalisée d'une manière très satisfaisante et les camps sont entièrement éclairés à l'électricité ainsi que leurs dépendances.

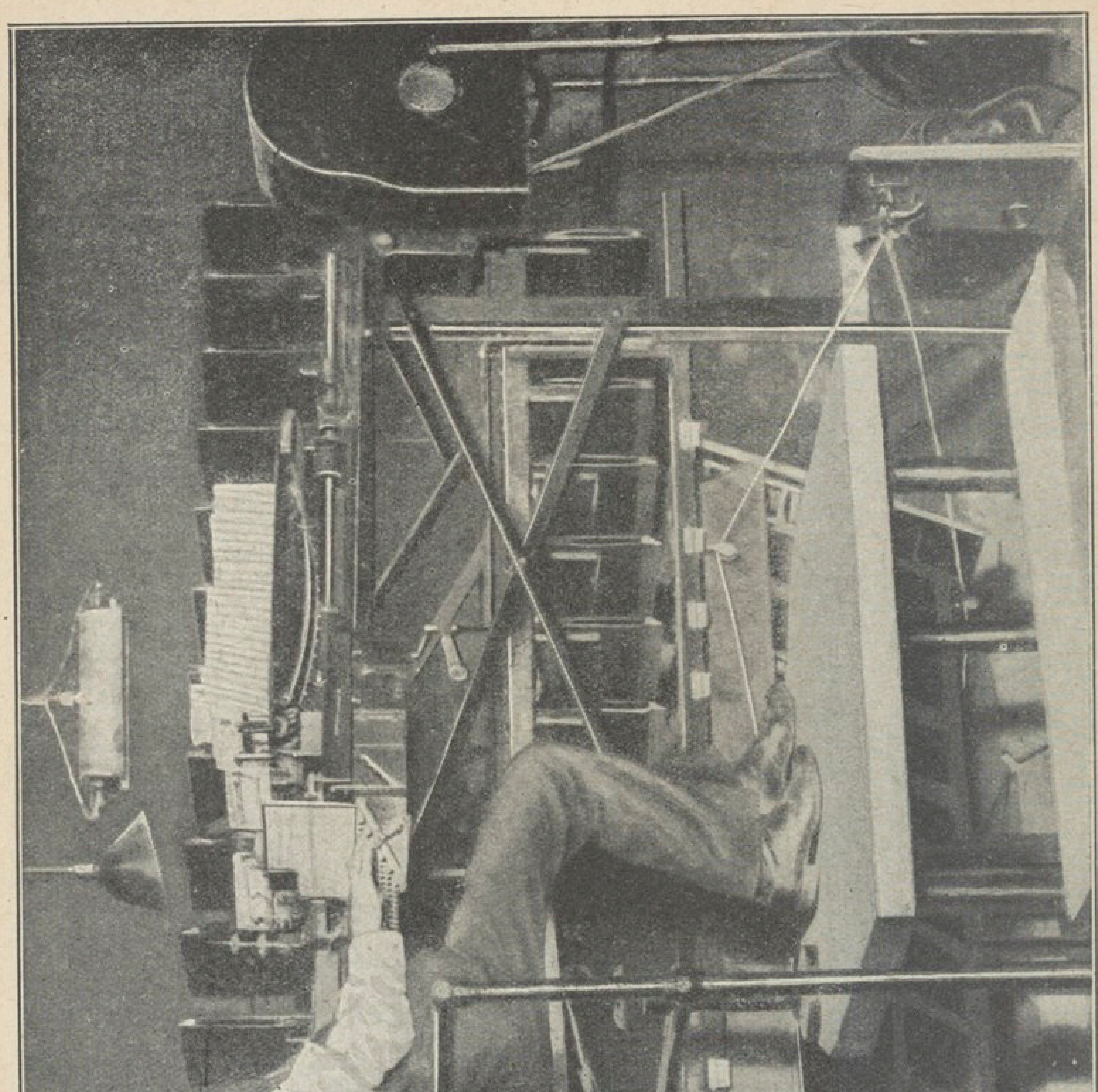
Les produits d'exploitation de nos forêts sont ainsi partagés d'une manière déterminée à l'avance entre les divers services des armées britanniques et des troupes françaises. Il est notamment entendu qu'un certain nombre de mètres cubes sont distraits chaque jour au profit de l'artillerie française.

On a, en somme, obtenu d'excellents résultats en substituant à l'antique travail de nos bûcherons une exploitation réellement industrielle qui a décuplé le rendement et a permis de résoudre le problème du ravitaillement en bois, en dépit des exigences de la construction et de la disparition d'une grande partie des vaisseaux affectés par l'Entente ou par les neutres à cet important commerce. CLÉMENT FORGET.



VUE DES BARAQUEMENTS D'UN CAMP DE BUCHERONS-FORESTIERS CANADIENS

Ces constructions en planches sont éclairées à la lumière électrique ; elles sont agencées à l'intérieur pour le couchage des hommes sur des lits du genre paquebot.



DISPOSITIF POUR LE TRIAGE MÉCANIQUE DES LETTRES, EN SERVICE AU BUREAU DE POSTE CENTRAL DE CHICAGO

L'employé provoque rapidement la chute de chaque pli dans la case voulue au moyen de leviers commandés par les touches d'un clavier.

LA PRODUCTION ET LES APPLICATIONS DU CAOUTCHOUC

Par Marcel QUINAUD

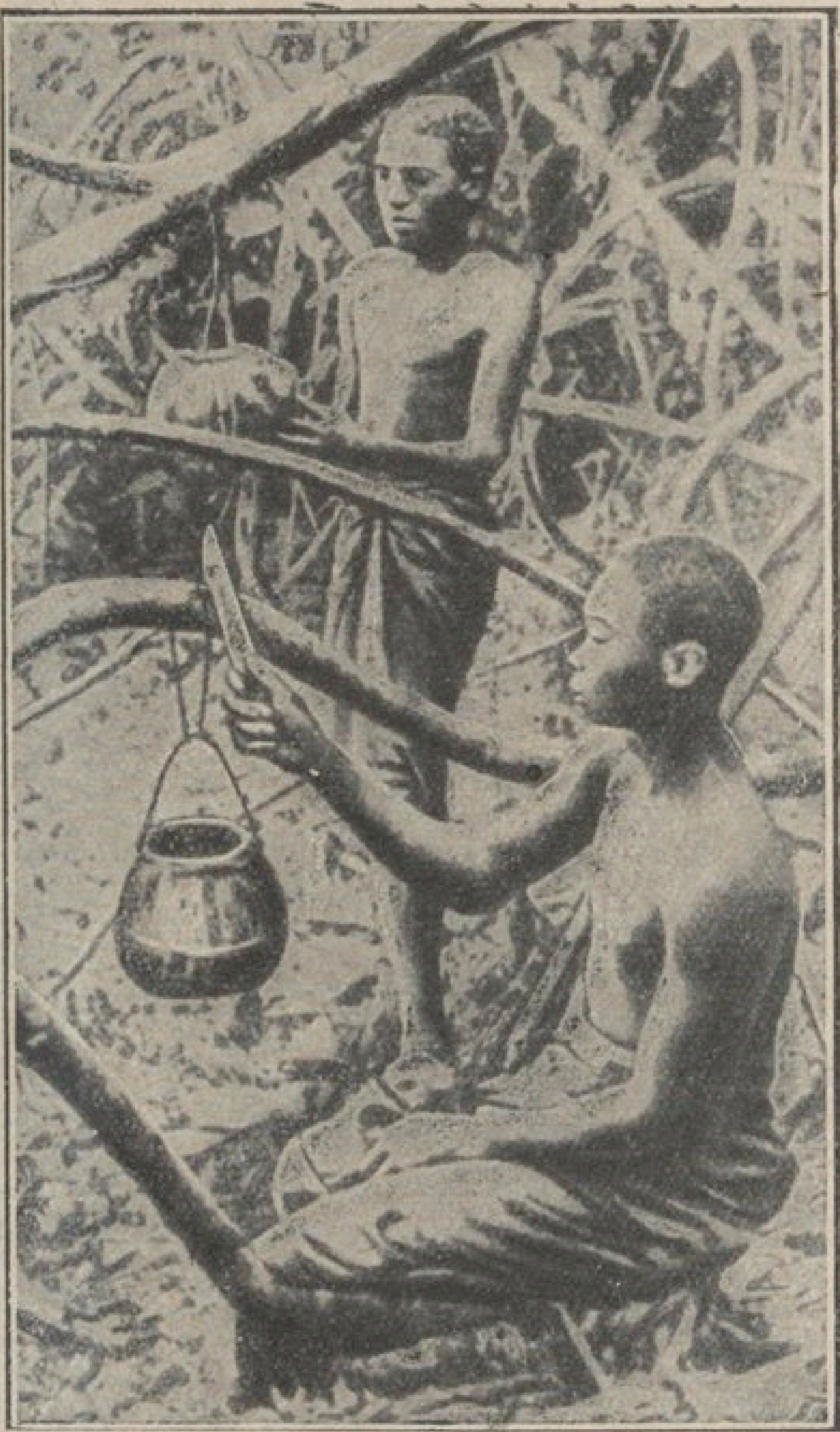
Le caoutchouc est, comme on sait, un produit naturel, que l'on obtient par la coagulation du latex, suc laiteux extrait de certaines espèces végétales.

Pour récolter le caoutchouc des herbes, on divise généralement les racines, desséchées au préalable, en tronçons de 30 à 40 centimètres de longueur. On bat ensuite ces racines sur un tronc d'arbre, à l'aide d'un maillet en bois, de manière à en détacher facilement l'écorce contenant le latex.

Le latex se dessèche au fur et à mesure de sa sortie, se forme en petites galettes que l'on découpe en morceaux et que l'on traite ensuite à l'eau bouillante. Après avoir renouvelé ces opérations plusieurs fois, on agglomère le produit obtenu en plaques de l'épaisseur d'un doigt.

Pour les lianes, on a longtemps employé le procédé suivant : les lianes, fractionnées en segments d'un mètre de longueur, étaient mises en tas réguliers, et l'on plaçait au milieu de ces tas quelques bûches enflammées. La sève coulant par les bouts sectionnés, était recueillie dans une fosse aménagée au pied même du tas.

L'extraction du latex des arbres ou arbustes se fait au moyen de saignées ; chaque matin, pendant la saison sèche, on pratique dans l'écorce, tout autour du tronc, une série d'entailles verticales peu profondes. On commence par la partie inférieure de l'arbre et l'on monte jusqu'à une hauteur où le travail n'est plus possible. En dessous de chaque incision, on ajuste, comme pour la résine, un petit vase qui reçoit le latex.



NÈGRES DU CONGO RÉCOLTANT LE LATEX DES LIANES TROPICALES

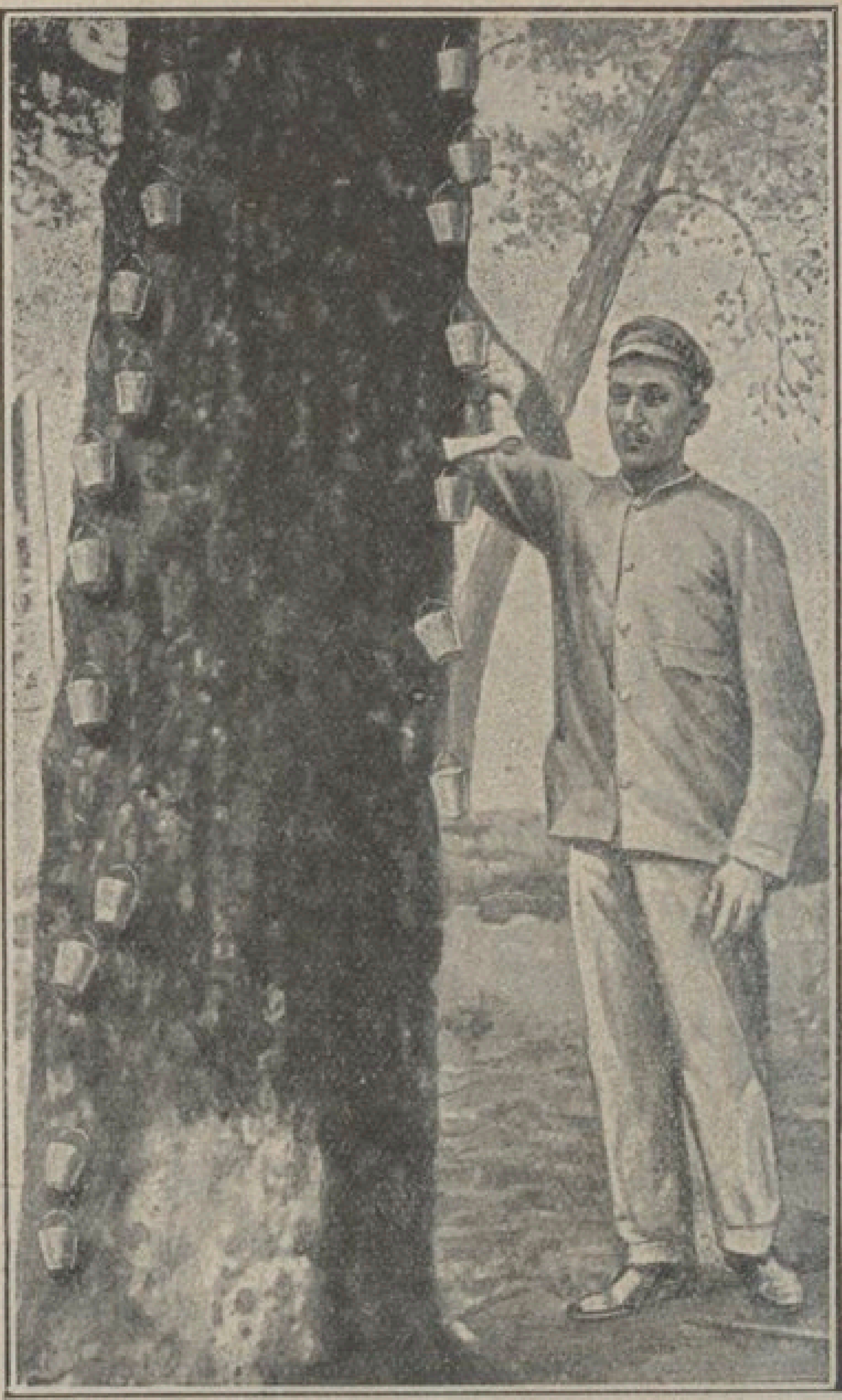
Le latex, que l'on récolte par l'un des procédés que nous venons d'énumérer, est un liquide blanc, visqueux, rappelant tout à fait le lait par son apparence. Le caoutchouc se trouve disséminé dans le latex à l'état de petits globules tenus en suspension : le latex, en réalité, contient de l'eau, de la gomme, des sels minéraux, des matières azotées et de la gomme-résine, et le caoutchouc y joue un rôle analogue à celui du beurre dans le lait.

Pour récolter le caoutchouc contenu, on peut, dans un premier procédé, obtenir la coagulation naturelle par évaporation de l'eau. Ce n'est, généralement, qu'une simple dessication qui s'effectue sur des claies ou sur la terre. Dans une autre méthode, on fait intervenir la chaleur artificielle.

Dans l'extraction du caoutchouc des plantes herbacées, on soumet à une véritable cuisson les petites masses à demi coagulées, extraites par battage des écorces. D'autres fois, on procède par enfumage : plongeant une espèce de spatule dans le latex liquide, on en expose alternativement les deux faces à la chaleur

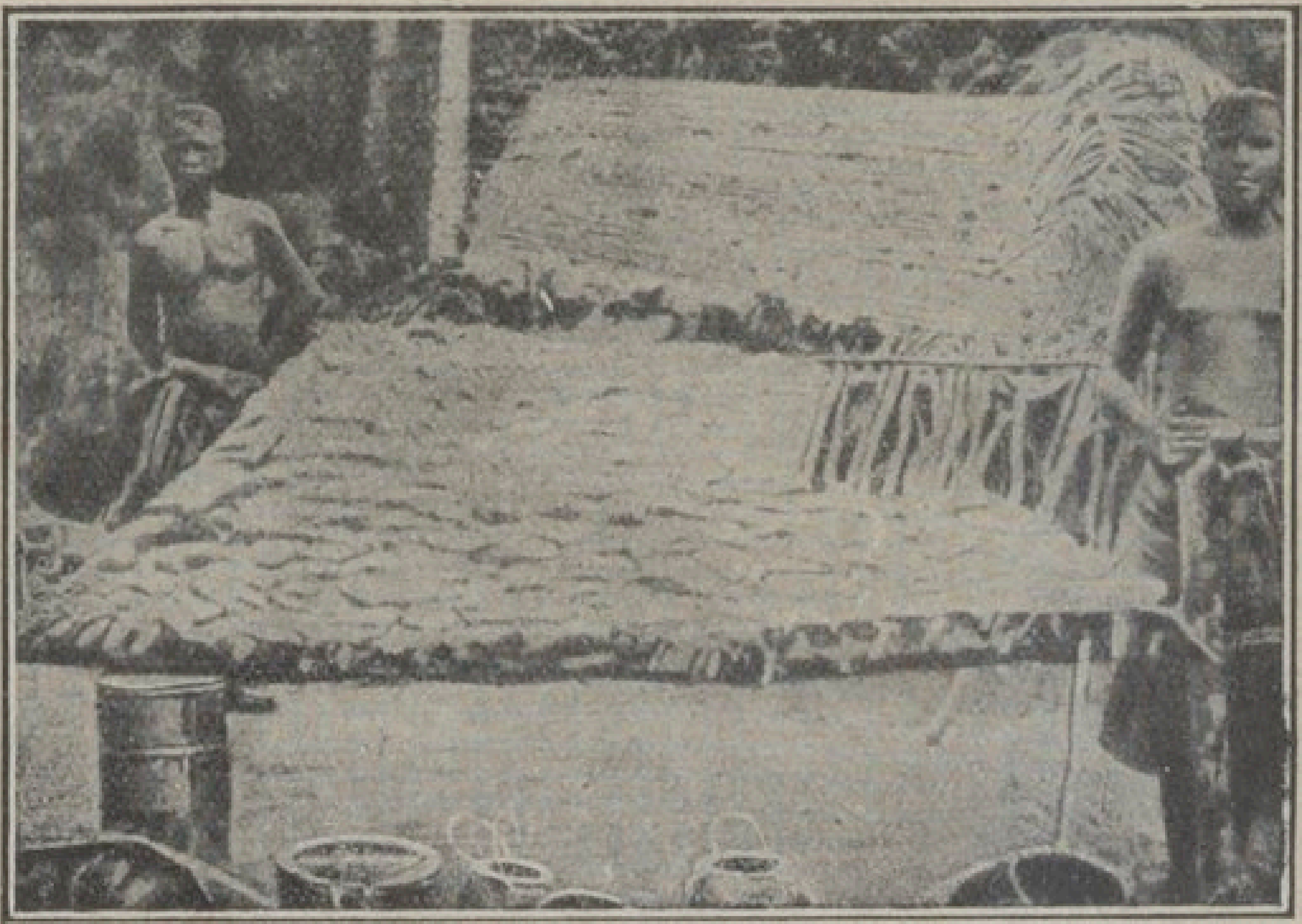
ou à la fumée dégagée par un feu léger, où brûlent les petites branches et les fruits d'une espèce particulière du palmier. Quand une mince pellicule de caoutchouc s'est déposée, on mouille la planchette et on provoque la coagulation de la même manière ; on obtient ainsi, en fin de compte, des pains assez volumineux.

Un troisième procédé de coagulation consiste dans l'addition d'eau au latex. On peut utiliser de l'eau froide et laisser reposer la masse jusqu'à la formation d'une croûte solide de caoutchouc. On peut aussi mélanger le latex avec de l'eau chaude, ce qui provoque rapidement une véritable précipitation chimique.



BRÉSILIEN RÉCOLTANT LE LATEX DE L' « HÉVEA »

Enfin, on utilise maintenant des procédés chimiques : l'eau de mer, des dissolutions de sels d'alun, des liqueurs acides, etc., ajoutés au liquide permettent d'obtenir facilement la coagulation du caoutchouc. Le meilleur des procédés est sans conteste celui de l'enfumage, qui est utilisé dans le bassin de l'Amazone, l'eau s'éliminant complètement et les corps étrangers ne pouvant pas se mélanger au caoutchouc.



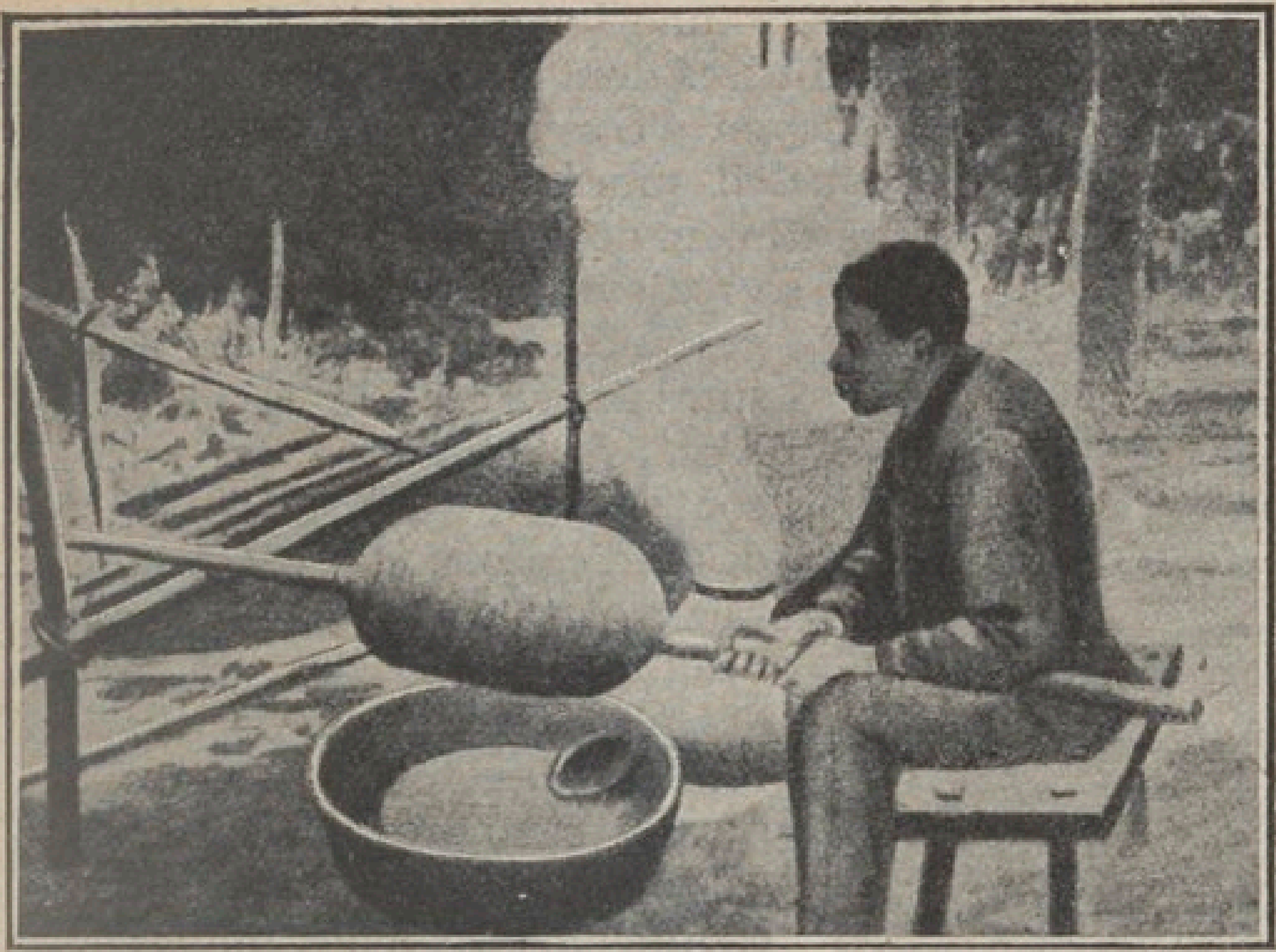
INDIGÈNES CONGOLAIS PROCÉDANT AU SÉCHAGE DU CAOUTCHOUC SUR DES CLAIES

J'ajouterai d'ailleurs que l'emploi considérable du caoutchouc et la vogue croissante dont il jouit dans l'industrie, ont amené divers pays à organiser des cultures rationnelles de cette plante.

Les pays producteurs de caoutchouc se répartissent en trois groupes principaux : l'Amérique, l'Afrique et la région asiatico-océanienne. La production totale de caoutchouc, qui était de 23 tonnes en 1830, de 60.000 tonnes en 1900, atteint maintenant 170.000 tonnes par an.

Le caoutchouc pur, fraîchement coupé, est blanc, ou plus exactement incolore : les nuances plus ou moins foncées que l'on constate, notamment à l'extérieur, sont dues soit à une substance colorante provenant de la sève, soit à l'action des agents atmosphériques, qui altèrent peu à peu le caoutchouc. Cette matière, par elle-même, n'a pas d'odeur : celle qui s'en dégage est le fait des corps putrescibles qu'elle peut renfermer, ou bien elle provient des procédés suivis pour la coagulation. Elle possède deux propriétés qui constituent sa principale utilité industrielle : l'élasticité et l'extensibilité. Le caoutchouc, qui est, de plus, mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité, se contracte par le froid, perd de ce fait son élasticité et gèle vers 3 ou 4 degrés ; à 145°, il devient gluant, et se liquéfie à 180° environ. Quand il est gelé, il devient cassant.

Une autre faculté du caoutchouc est celle

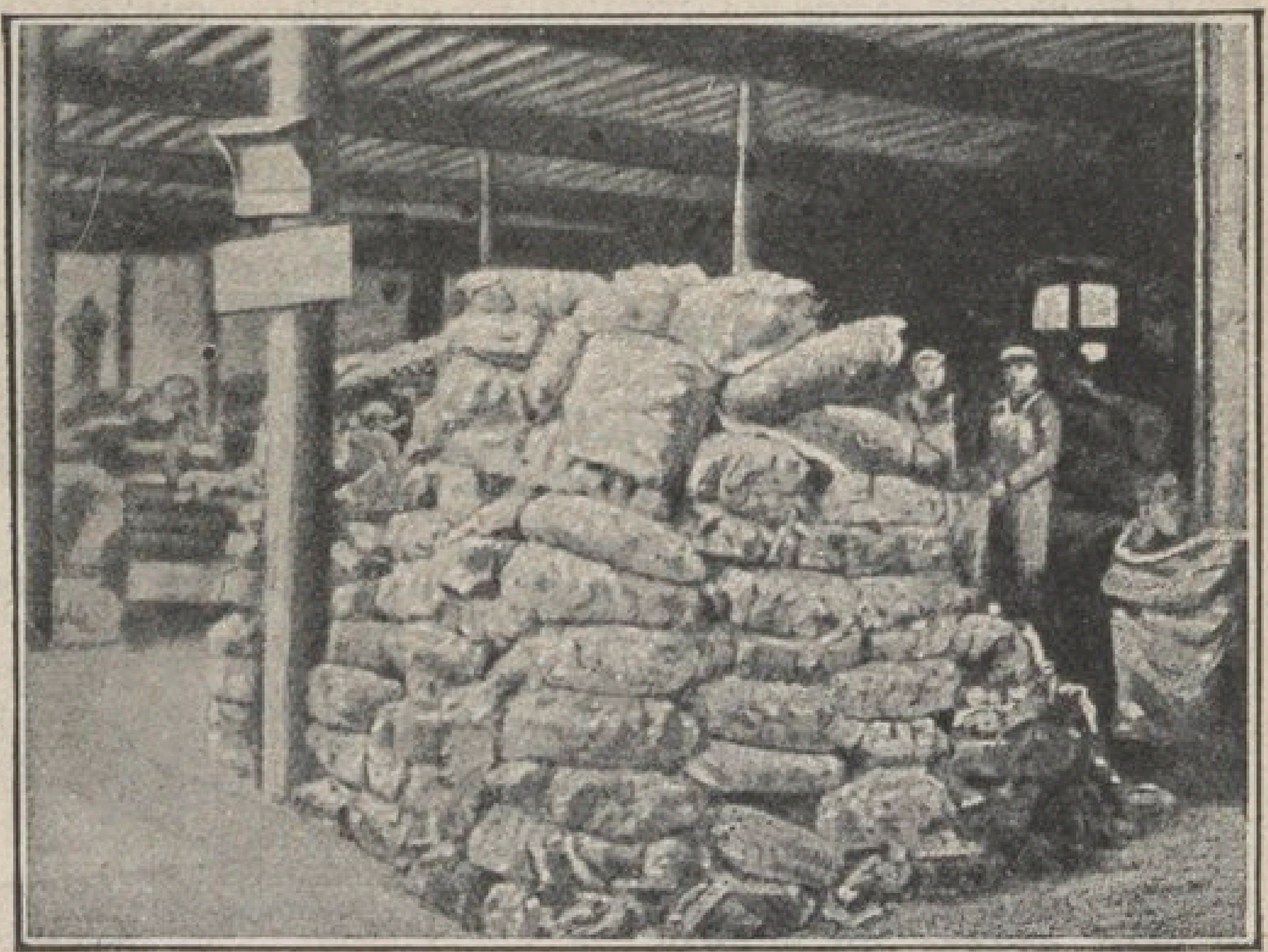


COAGULATION DU CAOUTCHOUC PAR LA MÉTHODE D'ENFUMAGE USITÉE AU BRÉSIL

qu'il a de se souder à lui-même d'une façon complète. L'éther, le sulfure de carbone, la benzine, le naphte dissolvent ce corps ainsi que les huiles légères, provenant de la distillation du goudron et du pétrole. D'autre part, le caoutchouc étant un hydrocarbure non saturé, est susceptible de fixer, quand l'occasion se présente, certains corps simples à affinité accentuée, comme le chlore, le brome, l'iode, l'oxygène et le soufre.

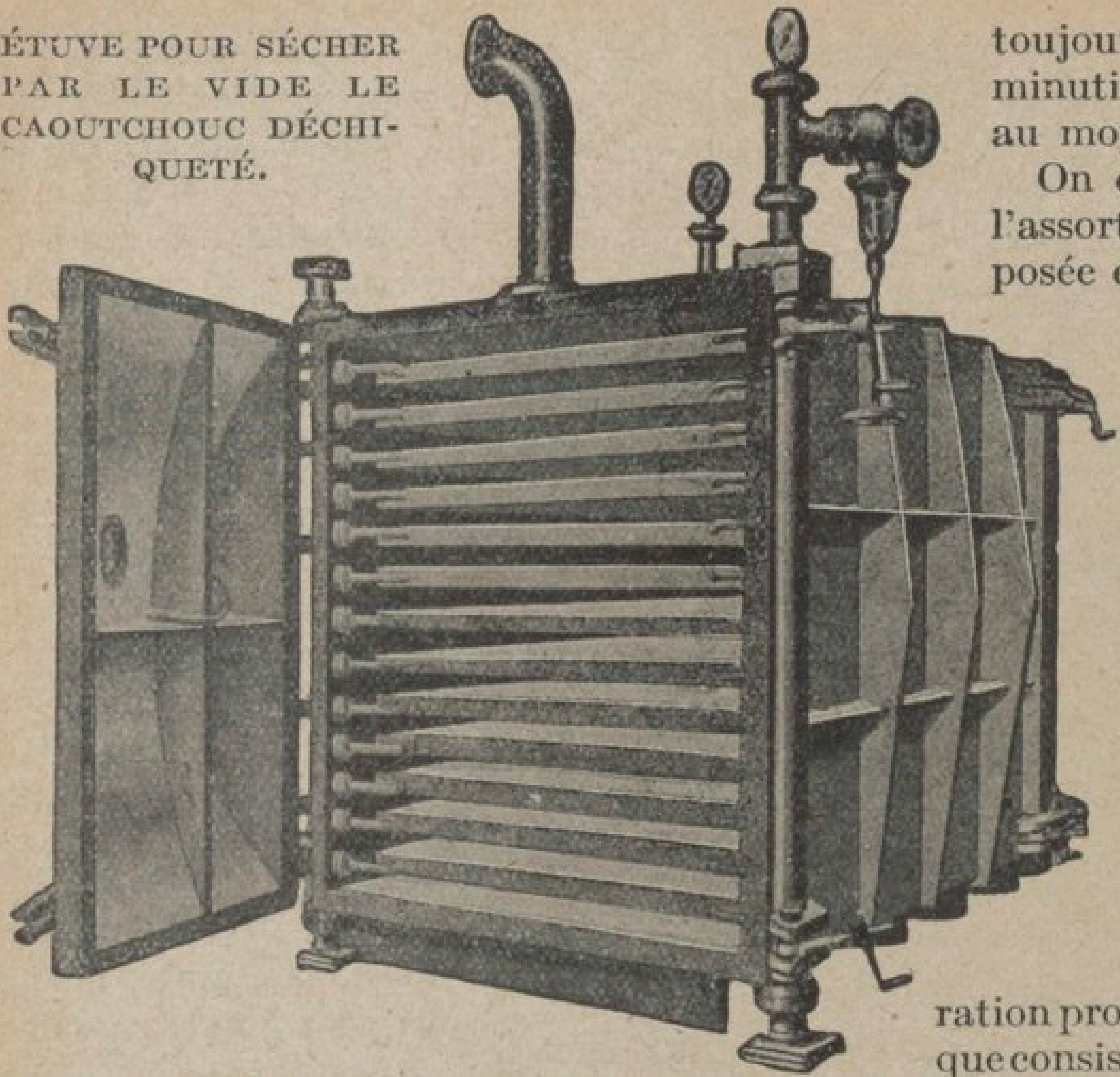
Quand, au début, on a soumis le caoutchouc aux recherches de laboratoire, on n'a pas tardé à découvrir l'affinité dont il est doué pour le soufre. Si on met en présence, dans certaines conditions de température, du soufre et du caoutchouc, on constate qu'il se produit une combinaison chimique des deux substances, et on obtient ainsi du caoutchouc vulcanisé. Le caoutchouc vulcanisé a perdu une grande partie de ses propriétés, mais il en a acquis de nouvelles, qui en font un produit précieux au point de vue de ses applications industrielles multiples.

La faculté de coller, de se souder à lui-même, de se dissoudre dans certains dissolvants, se trouve annihilée dans ce caoutchouc vulcanisé ; mais il a gagné en solidité, en élasticité, en nervosité et en résistance à l'égard des diverses causes d'altération pouvant influer sur le caoutchouc à l'état naturel. Il devient étanche et ses propriétés ne subissent aucune altération par l'action du froid ou d'une chaleur non exagérée. La proportion de soufre ajoutée est généralement comprise entre 2 1/2 % et 10 % ; elle atteint souvent 15 à 25 %. En faisant varier la quantité de soufre employée, le degré de température adopté pour l'opération, la durée de la vulcanisation, on peut obtenir des produits offrant toutes les gradations désirées de dureté, jusqu'à obtenir une consistance se rapprochant de celle de la corne. Le caoutchouc, durci à ce point, a reçu le nom d'ébonite : plus la quantité de soufre combiné augmente, plus le caoutchouc durcit et devient cassant. La vulcanisation est effectuée à une température variant entre 114 et 128 degrés centigrades. Le procédé dit d'incorporation consiste à mélanger intimement au caoutchouc épuré une certaine quantité de soufre ou d'un polysulfure. L'opération s'effectue, soit dans un milieu chauffé directement par la vapeur, soit dans une étuve dont l'atmosphère est maintenue sèche. Dans le procédé par diffusion, on ne mélange aucun ingrédient au caoutchouc, et dès que l'objet est achevé, on le trempe dans un bain de vulcanisation. La combinaison entre le soufre et le caoutchouc s'établit à la surface de la pièce et le liquide gagnant l'intérieur par capillarité, la réaction se propage de proche en proche dans toute la paroi. Le trempage, que l'on applique surtout aux objets de faible épaisseur, s'exécute à chaud



ASPECT D'UN LOT DE CAOUTCHOUC BRUT DÉBARQUÉ DANS UN PORT EUROPÉEN

ÉTUVE POUR SÉCHER PAR LE VIDE LE CAOUTCHOUC DÉCHIQUETÉ.



ou à froid. Dans le premier cas, on utilise le soufre raffiné fondu, dans lequel est immergé le caoutchouc. Dans le trempage à froid, on fait usage du chlorure de soufre.

Maintenant, passons rapidement en revue les différentes matières qui interviennent dans l'industrie du caoutchouc. En premier lieu, il faut placer la gutta-percha, qui résiste mieux que le caoutchouc aux acides et aux alcalis, et les gommes-résines.

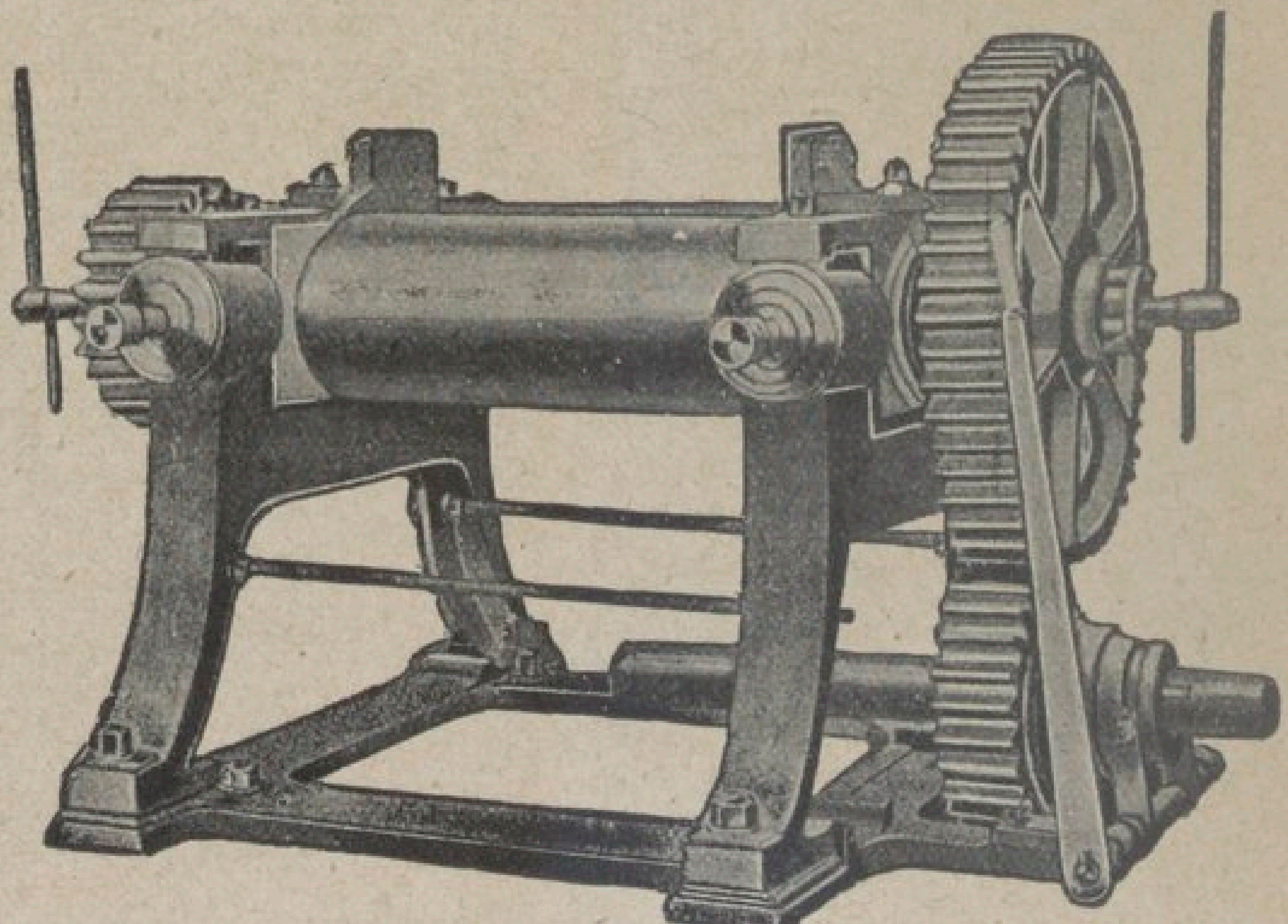
D'autre part, le prix élevé atteint par le caoutchouc a fait rechercher des succédanés. Les déchets de caoutchouc, inévitables dans la fabrication, tels que les rognures, les chutes provenant du découpage, peuvent être remployés tels quels, pourvu qu'ils ne contiennent pas de produit textile et à condition qu'ils ne soient pas vulcanisés. S'il s'agit de déchets produits après vulcanisation, il faut réduire ces produits en poudre. (Cette pratique est mise en usage pour l'ébonite.)

Le caoutchouc régénéré, lui, est obtenu en utilisant les vieux produits manufacturés, hors d'usage. Le premier travail à effectuer consiste à éliminer du mélange les substances minérales et les matières fibreuses qu'il peut contenir. L'attaque des matières étrangères se fait au moyen des acides, des alcalis ou bien encore au moyen de solutions salines neutres.

La régénération comporte toujours une longue série d'opérations minutieuses dont il faut suivre la marche au moyen d'essais souvent répétés.

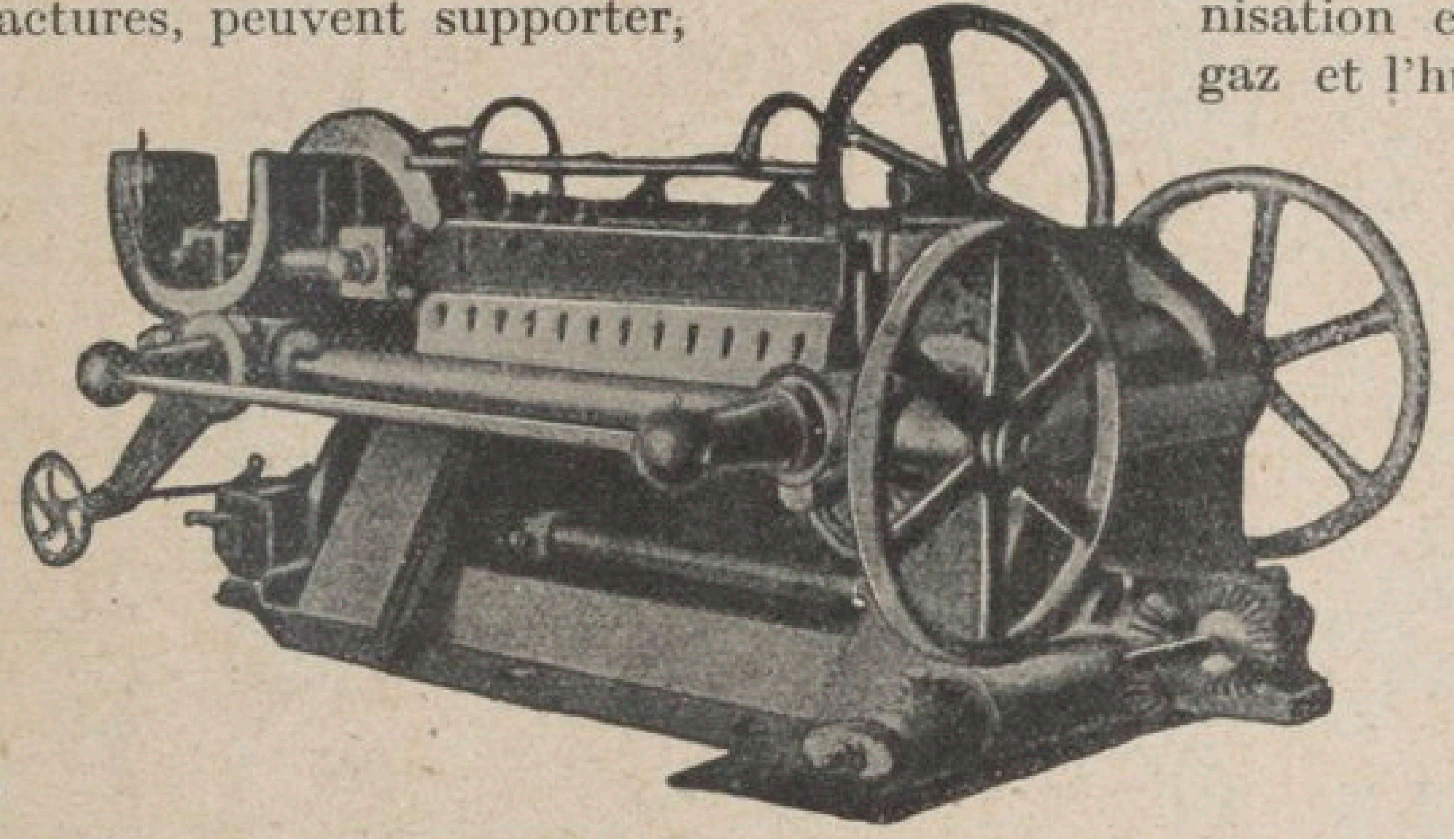
On doit procéder, en premier lieu, à l'assortiment de la matière première, composée en majeure partie de vieux bandages pneumatiques et de chaussures imperméables hors d'usage. L'analyse chimique est mise à contribution aussi pour obtenir des indications sur les produits. Chaque lot est ensuite ramolli à l'eau chaude, et après un lavage des plus minutieux, la matière est déchiquetée au moyen de grosses calandres spéciales dont les cylindres sont chauffés. Le caoutchouc est alors pulvérulent et on le blute très finement au moyen de tamis à secousses.

Ceci fait, on procède à la régénération proprement dite : le traitement chimique consiste à dissoudre les matières minérales et le soufre libre par des lessives neutres de bisulfites, puis à désagréger les fibres textiles, à l'aide de solutions salines convenables. Ces opérations ont lieu à chaud et la masse est soumise à de véritables cuissons dans une série de chaudières autoclaves chauffées à la vapeur. Quand la dissolution et la désagrégation sont terminées, on fait arriver la masse dans des blutoirs, en forme de tronc de pyramide, tournant dans des tambours et recevant des jets d'eau de toutes parts. On effectue ce lavage jusqu'à ce qu'il n'y ait plus dans la masse de produits minéraux ; le caoutchouc est ensuite aggloméré en plaques et étendu sur des étoffes placées sur des cadres, puis desséché dans des étuves.



CYLINDRE POUR LA MASTICATION MÉCANIQUE DU CAOUTCHOUC BRUT

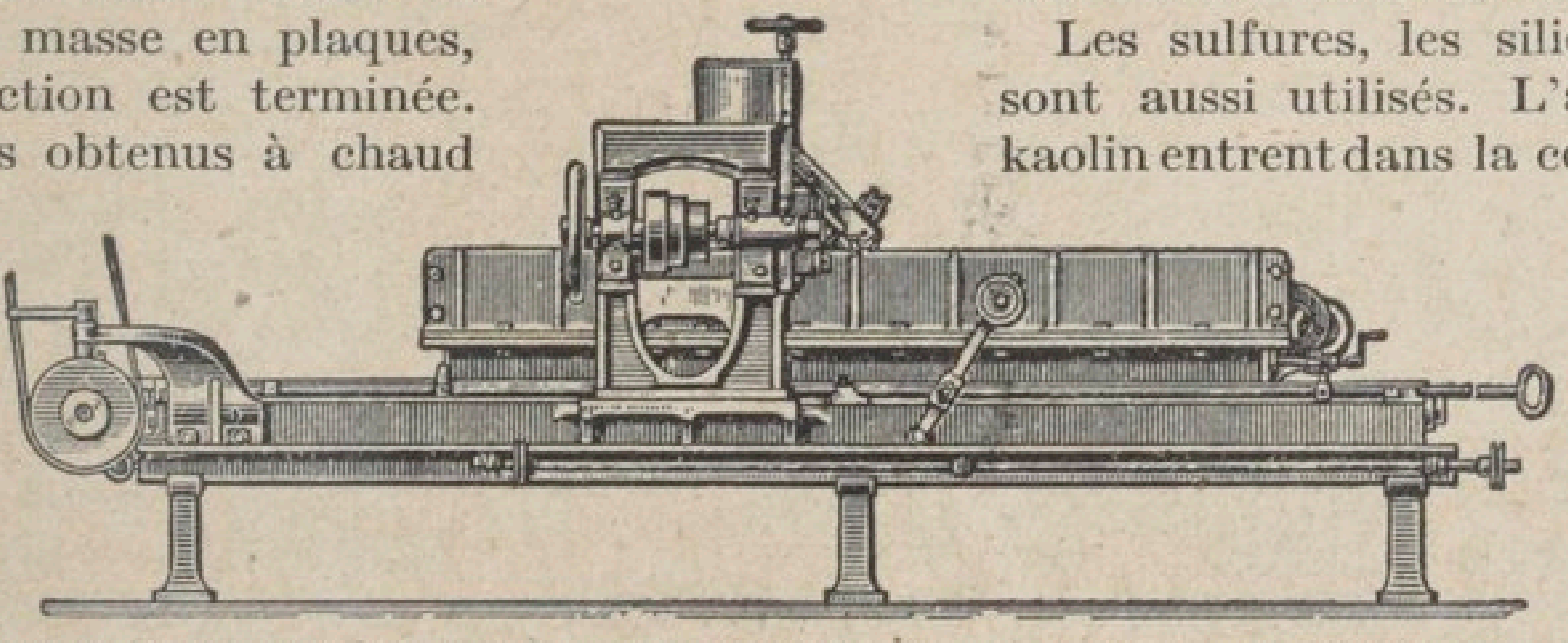
On pétrit enfin le produit pour le rendre bien homogène et on le lamine à la calandre, de manière à le transformer en feuilles que l'on enroule sur des bobines pour l'expédition. On trouve évidemment, dans ce genre de produits, de forts écarts de qualité, mais beaucoup de compositions, mises en œuvre dans les manufactures, peuvent supporter, sans danger, une dose parfois élevée de régénéré.



MACHINE AUTOMATIQUE A COUPER LES BLOCS RONDS DE CAOUTCHOUC

Les caoutchoucs factices sont également des produits de mélange : ce sont des corps, obtenus artificiellement, qui ne peuvent être ajoutés qu'en proportions minimes aux compositions destinées à fabriquer des objets devant offrir une certaine résistance à la traction, à la compression ou au frottement. Les caoutchoucs factices, qui sont très employés mais sur lesquels je n'insisterai pas, sont des matières solides résultant de la combinaison chimique des huiles lourdes avec une plus ou moins grande quantité de soufre.

La fabrication des caoutchoucs factices à froid se fait en versant peu à peu du chlorure de soufre dans l'huile et en coulant la masse en plaques, quand la réaction est terminée.



MACHINE A SCIER LES BLOCS RECTANGULAIRES DE CAOUTCHOUC

Les factices obtenus à chaud sont réalisés en faisant couler rapidement l'huile, préalablement chauffée vers 250°, sur des morceaux de soufre en canon placés côte à côte dans une chaudière.

Il faut citer aussi, pour ne rien omettre, les élastès, succédanés du caoutchouc, obtenus en faisant agir des composés chromiques sur de la gélatine, additionnée d'une certaine quantité de glycérine. Il est à remarquer, d'ailleurs, que l'on ne peut jamais employer le caoutchouc à l'état pur. Tous les produits que l'on ajoute au caoutchouc sont toujours mélangés à l'état pulvérulent. Nous allons rapidement les passer en revue. C'est d'abord la plombagine ou graphite ordinaire ou encore le noir d'ivoire. (Ces substances sont destinées à donner une couleur noire à la masse à laquelle elles sont incorporées.)

Les oxydes métalliques, eux, sont utilisés pour donner de la charge au caoutchouc ; la chaux aide à la vulcanisation en absorbant les gaz et l'humidité ; la baryte donne de la blancheur et augmente le poids. La magnésie calcinée donne de la sécheresse, de la résistance, de la ténacité aux compositions réalisées : elle contrebalance donc l'effet des caoutchoucs factices et autres matières grasses, qui ont une tendance à ramollir la pâte ; de plus, elle neutralise à peu près complètement les traces d'acide, que les mélanges pourraient contenir.

Le blanc de zinc, très onctueux, s'unit au caoutchouc et conserve une remarquable légèreté au mélange qu'il blanchit.

Les oxydes de plomb, tout en donnant du poids à la masse, servent aussi de colorant et l'oxyde de fer permet d'obtenir des caoutchoucs de couleur rouge.

Les sulfures, les silicates, le talc sont aussi utilisés. L'amiante et le kaolin entrent dans la composition de certains articles en raison de leurs qualités : dureté, mauvaise conductibilité, inattaquabilité par les acides. Enfin, pour être complet, je dirai encore que, dans la confection des gommes à effacer, si on veut donner à la pâte un certain mordant, on y ajoute du verre pilé ou encore de la pierre ponce.

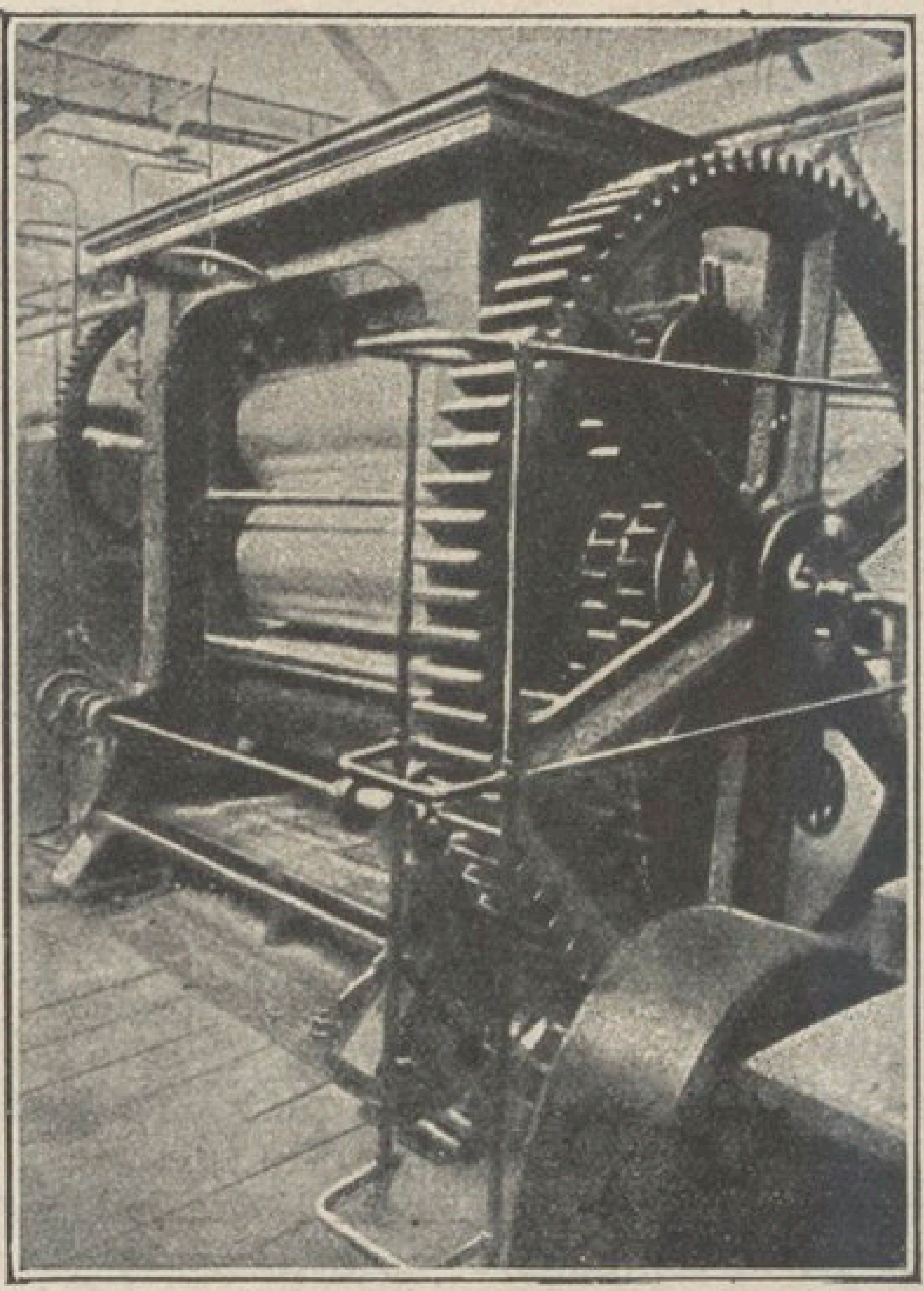
De nombreuses matières, d'origine végétale ou animale, sont également additionnées au caoutchouc naturel en guise de charge.

La sciure de bois et la poudre de liège laissent au caoutchouc toute sa légèreté, tout en conservant au produit une bonne ténacité.

Dans certaines compositions, on ajoute

également des produits textiles, sous forme de déchets de fabrication : étoupe de lin, déchets de coton, tontisse de laine, bourre de soie. Ces matières déterminent dans la masse une sorte de feutrage, sans rien enlever de sa souplesse au caoutchouc, de sorte que le produit obtenu présente des qualités analogues à celles du cuir.

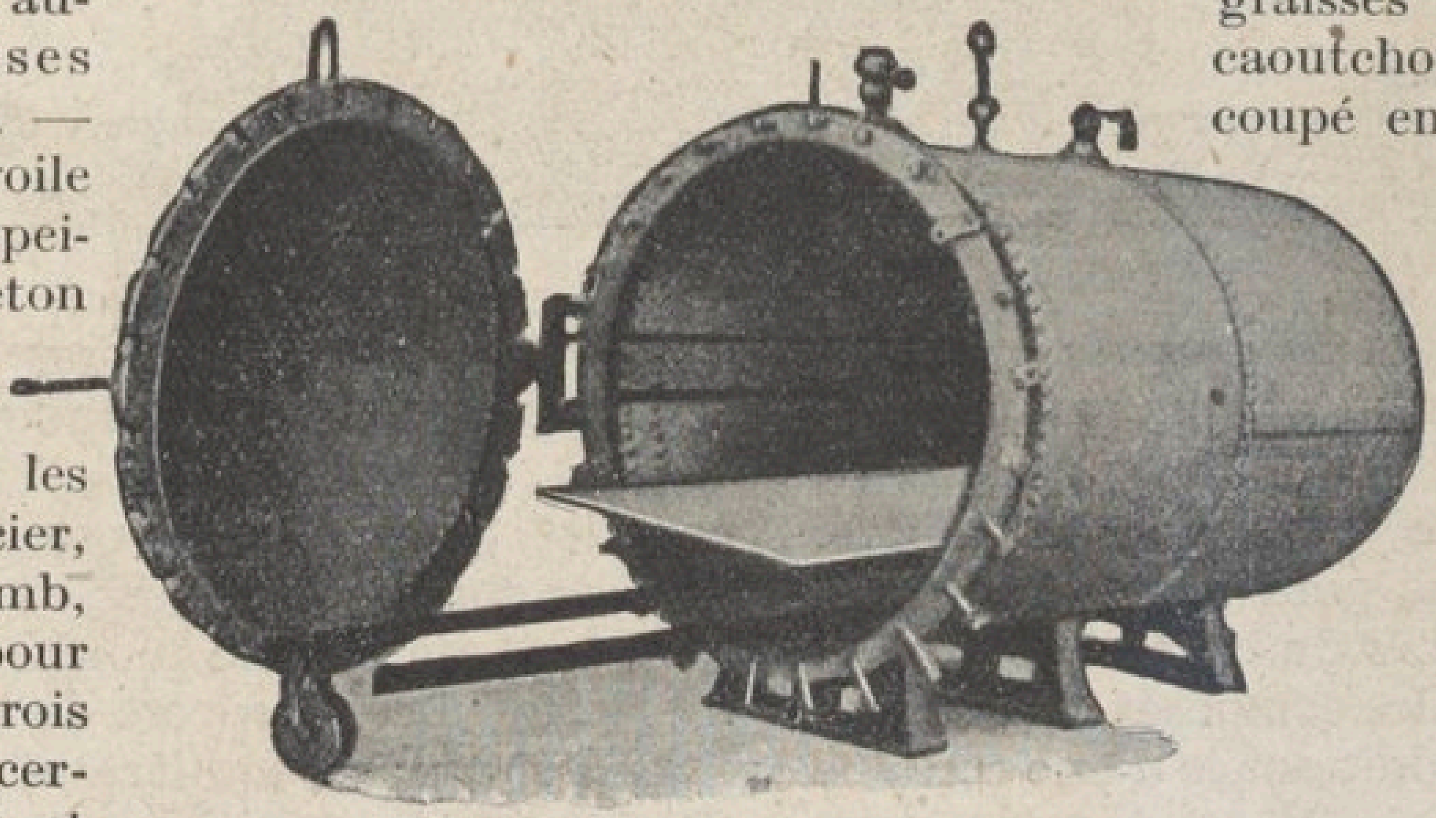
Pour le tressage de la gaine, qui entoure certains tuyaux en caoutchouc, on utilise couramment des fils de coton assez gros, ainsi que des fils de chanvre et de jute ou fréquemment encore des fils d'amiante.



CALANDRE A TROIS CYLINDRES

Ces cylindres, chauffés, tournent alternativement en sens contraire. La feuille de caoutchouc, passant entre eux, est laminée et étirée à l'épaisseur qu'on désire lui donner.

La toile d'amiante entre, par exemple, dans la composition des feuilles pour joints. Les toiles intercalaires servant à façonner les courroies, les tuyaux, les bandages pneumatiques et autres appareils caoutchoutés sont, en général, en toile de coton croisée. Les étoffes de laine sont intercalées dans les toiles imperméables pour vêtements. La confection des chaussures et des bottes de tranchées exige quelques produits spéciaux, entre autres les grosses toiles de coton — genre toile à voile — pour les empeignes, le molleton pour les semelles intérieures, etc. De même les fils de fer, d'acier, de laiton, de plomb, sont utilisés pour renforcer les parois intérieures de certains tuyaux et pour obtenir la rigidité des talons, des enveloppes recouvrant les bandages pneumatiques. Enfin, on intercale très fréquemment, dans les feuilles pour joints, de la toile métallique de laiton à mailles extrêmement serrées.



AUTOCLAVE HORIZONTAL EMPLOYÉ POUR LA VULCANISATION DU CAOUTCHOUC

Cet exposé, qui était indispensable, nous permettra maintenant de traiter, avec toute la concision nécessaire, la fabrication proprement dite ou technologie du caoutchouc, ainsi que les applications les plus générales de ce produit, applications qui se sont développées de façon particulièrement rapide, depuis le début des hostilités actuelles.

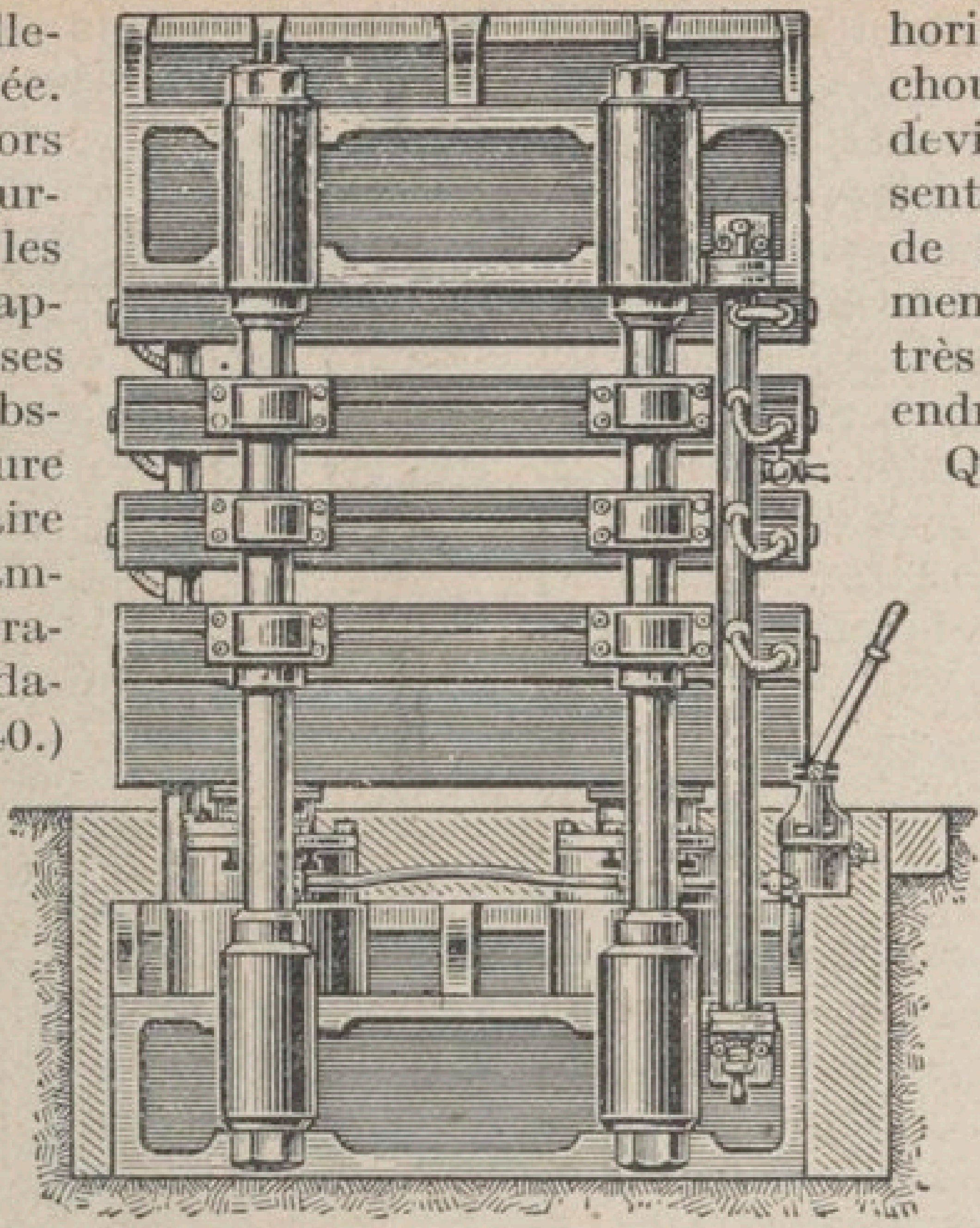
Le caoutchouc est préparé à l'état pur, soit pour servir à des mélanges ultérieurs, soit pour être transformé en feuille mince, sciée, dite feuille anglaise, sans avoir subi la vulcanisation.

Le caoutchouc brut, divisé, s'il y a lieu, en fragments de dimensions convenables, séjourne d'abord pendant douze à vingt-quatre heures dans une chaudière, en fonte ou en bois, remplie d'eau, que l'on maintient par un jet de vapeur à une température de 45 ou 50 degrés. Cette immersion débarrasse le caoutchouc des matières impures et des graisses qu'il contient. Le caoutchouc est ensuite découpé en petits volumes de 3 à 5 centimètres cubes, sous un filet d'eau froide.

Il est ensuite broyé, tout en étant soumis à un lavage à l'eau froide. Les morceaux passent d'abord entre deux cylindres déchiqueteurs, tournant horizontalement à des vitesses différentes. Les surfaces en regard de ces cylindres sont couvertes de fines cannelures obliques ou hélicoïdales et un courant d'eau

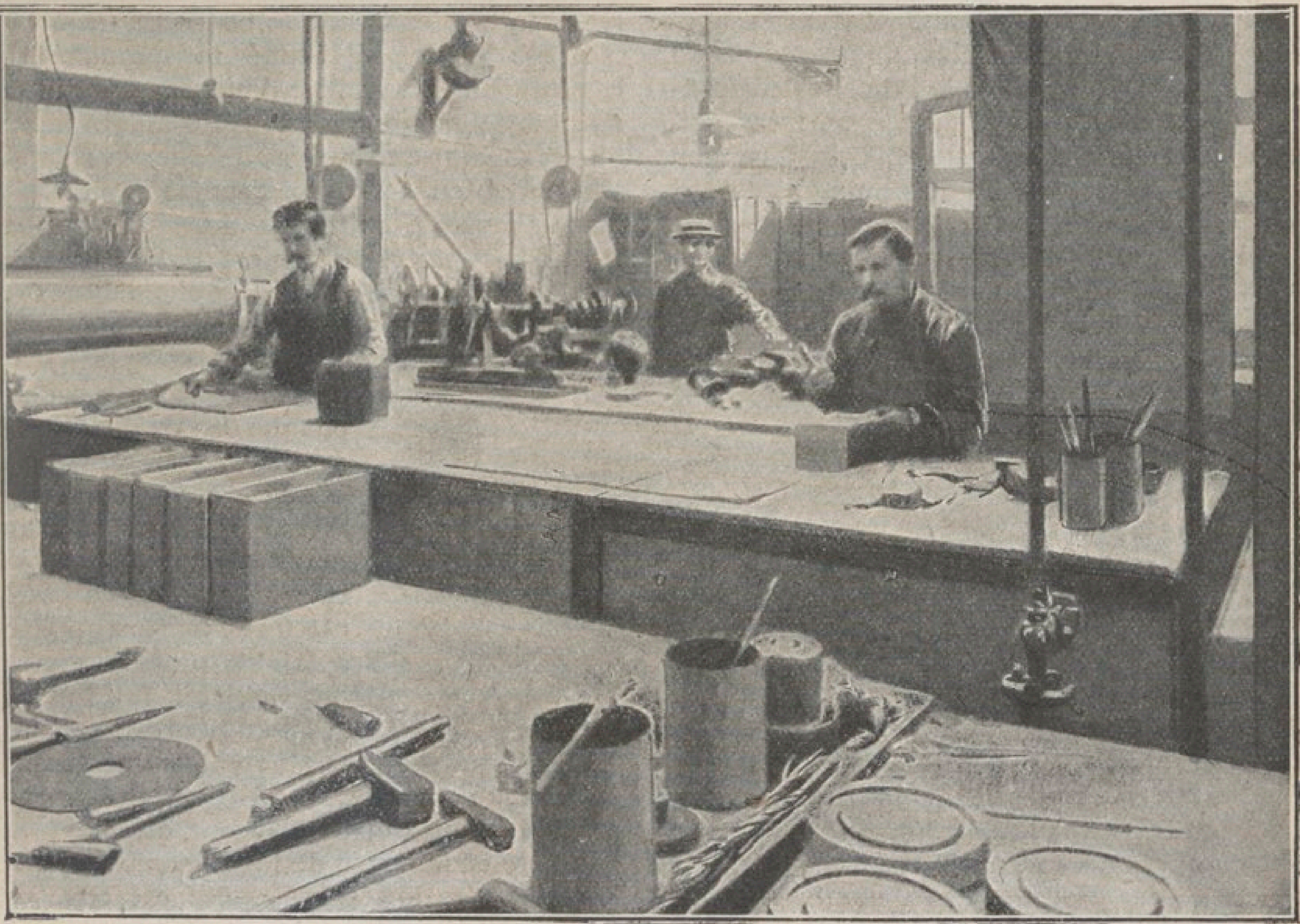
froide ruisselle continuellement sur la matière lavée. Le caoutchouc passe alors entre deux cylindres à surface lisse un peu rude et les feuilles ainsi obtenues (appelées dentelles) sont mises à sécher dans un local obscur porté à la température de 50 ou 60°. On peut faire le séchage dans des chambres vides à basse température, pour éviter l'oxydation (Fig. à la page 340.)

Avant de pouvoir utiliser le caoutchouc à la fabrication des produits manufacturés, il faut lui rendre la consistance compacte et la texture homogène, que le déchiquetage lui a fait perdre : c'est l'opération du masticage qui réalise ce résultat. Cette opération consiste à travailler, à plusieurs reprises, les feuilles séchées entre des cylindres lisses, chauffés intérieurement par de la vapeur, et tournant horizontalement. Le caoutchouc s'échauffe, se ramollit, devient plastique et se présente, à la sortie, sous forme de galettes que, généralement, on enroule et dépose très soigneusement dans un endroit frais et obscur.



PRESSE HYDRAULIQUE A VULCANISER

Quand il s'agit de préparer le caoutchouc pour fabriquer des feuilles minces, dites feuilles anglaises, on opère un peu différemment. Le masticage se fait alors au moyen d'un appareil constitué par un fort cylindre en fer, garni intérieurement de saillies en pointe, placé au-dessus d'un double fond que l'on peut chauffer à la vapeur. Dans l'intérieur de l'appareil tourne un tambour, en fonte massive, dont la surface est également garnie de saillies : on fait un bloc assez gros avec le caoutchouc, on l'introduit entre la paroi de l'appareil et le

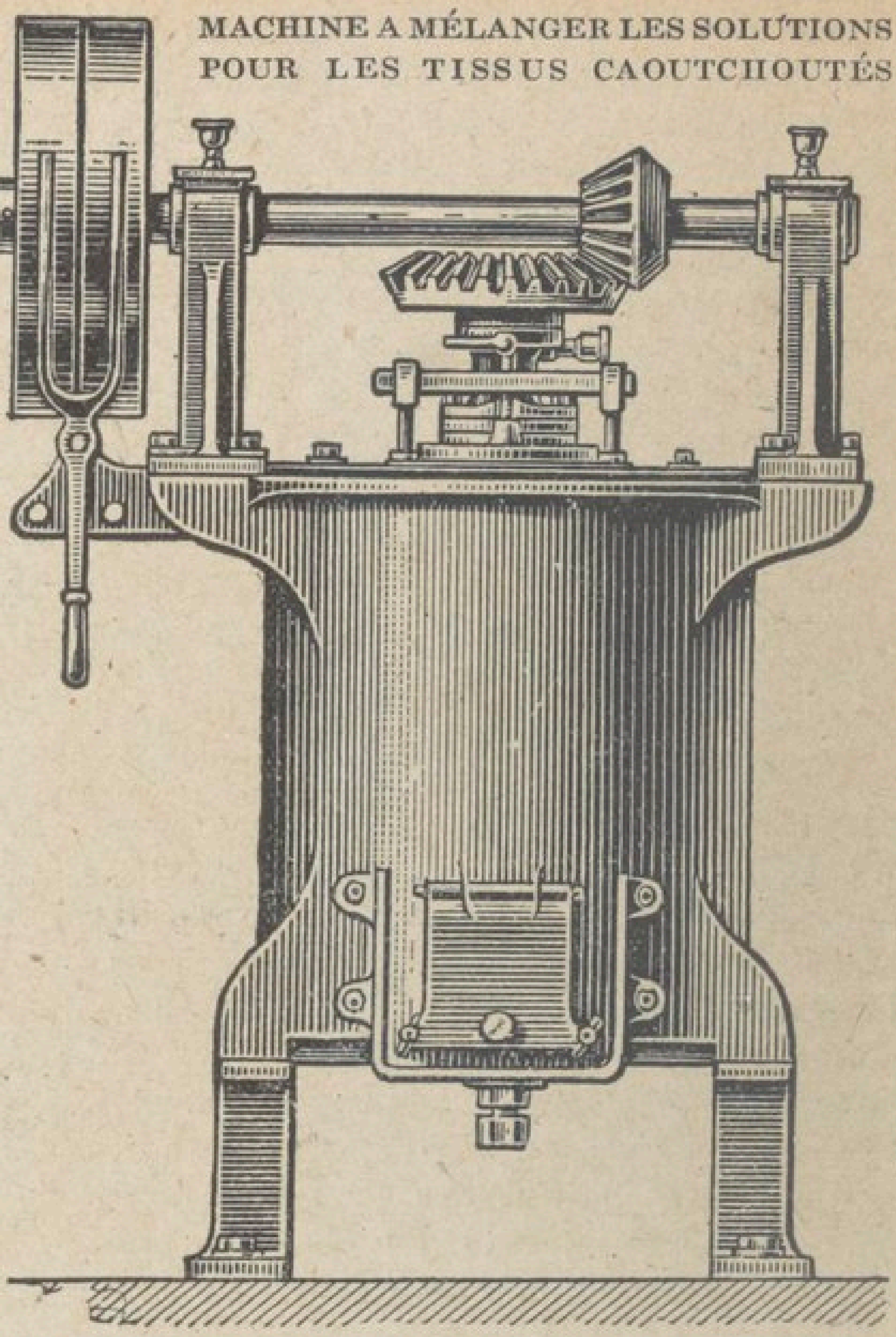


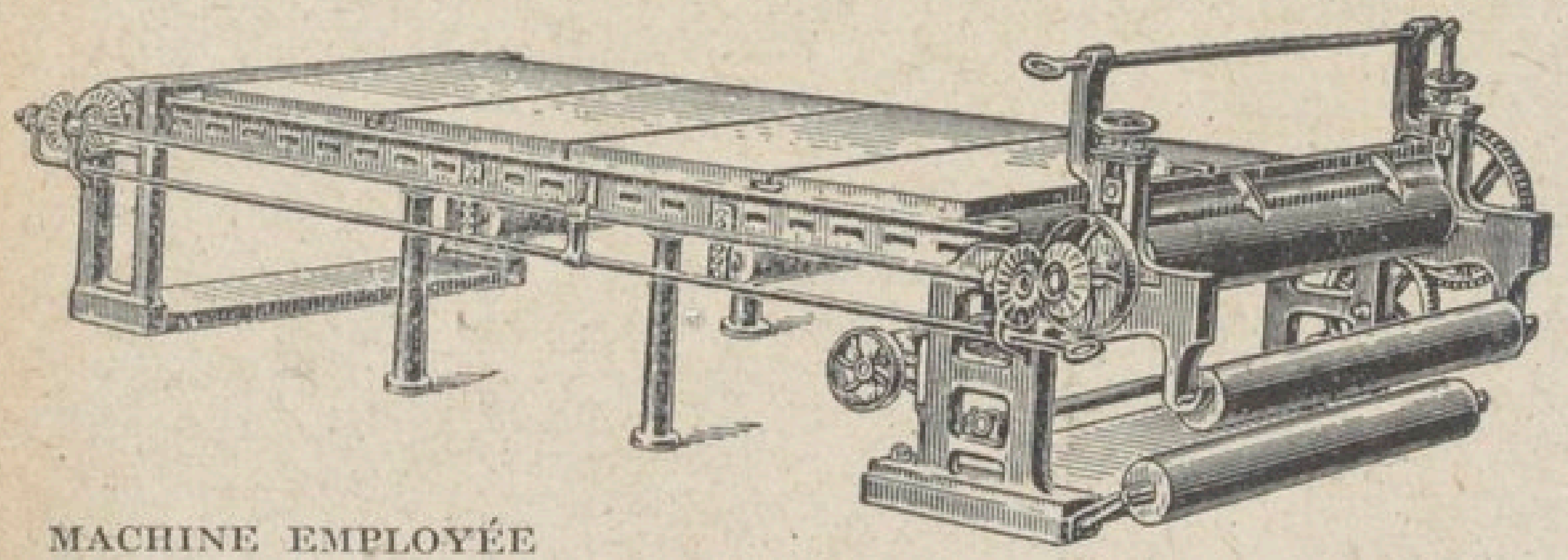
VUE GÉNÉRALE D'UN ATELIER DE FAÇONNAGE DE L'ÉBONITE INDUSTRIELLE

cylindre, et on conçoit que le caoutchouc soit ainsi fortement travaillé. Les galettes de caoutchouc ainsi obtenues sont encore chaudes, elles sont empilées sur un cadre rectangulaire en fonte et soumises à une forte pression au moyen d'un piston de presse hydraulique. La masse est laissée dans cette position jusqu'à ce qu'elle soit complètement refroidie et on la retire sous forme d'un pain compact de forme parallélipipédique : les blocs de caoutchouc sont alors maintenus, aussi longtemps que possible, dans des caves, à température très basse. On retire ensuite ces blocs des caves où ils ont été entreposés, et on les réchauffe à une température convenable pour le travail. Les feuilles anglaises sont alors obtenues, par sciage, à l'aide d'une lame d'acier sans dents disposée horizontalement, à laquelle on imprime un déplacement alternatif accéléré correspondant à 600 ou 800 coups par minute. Ce couteau s'échaufferait vite s'il n'était constamment rafraîchi par un jet d'eau froide.

Les blocs cylindriques, eux, sont débités en une feuille continue au moyen d'une machine agissant de la manière suivante : le bloc est ajusté horizontalement entre deux pointes pivotantes qui le maintiennent par les deux extrémités de son axe. Tout en tournant sur lui-même, il se présente à l'action d'un long couteau animé d'un mouvement de va-et-vient s'élevant jusqu'à 2.000 battements par minute : le cylindre de caoutchouc est ainsi pelé jusqu'à son centre, suivant une ligne en spirale, et transformé en une nappe fine dont le développement peut atteindre 500 mètres. La nappe est ensuite enroulée, au fur et à mesure de son développement, sur un tambour rotatif, en ayant soin de la savonner avec du talc, pour empêcher l'adhérence des spires entre elles.

MACHINE A MÉLANGER LES SOLUTIONS POUR LES TISSUS CAOUTCHOUTÉS





MACHINE EMPLOYÉE POUR LE GOMMAGE HORIZONTAL DES TISSUS CAOUTCHOUTÉS

Dans la confection de la plus grande partie des produits manufacturés, on fait usage de caoutchouc mélangé avec une certaine quantité des produits assez nombreux dont nous avons parlé au début de cet article.

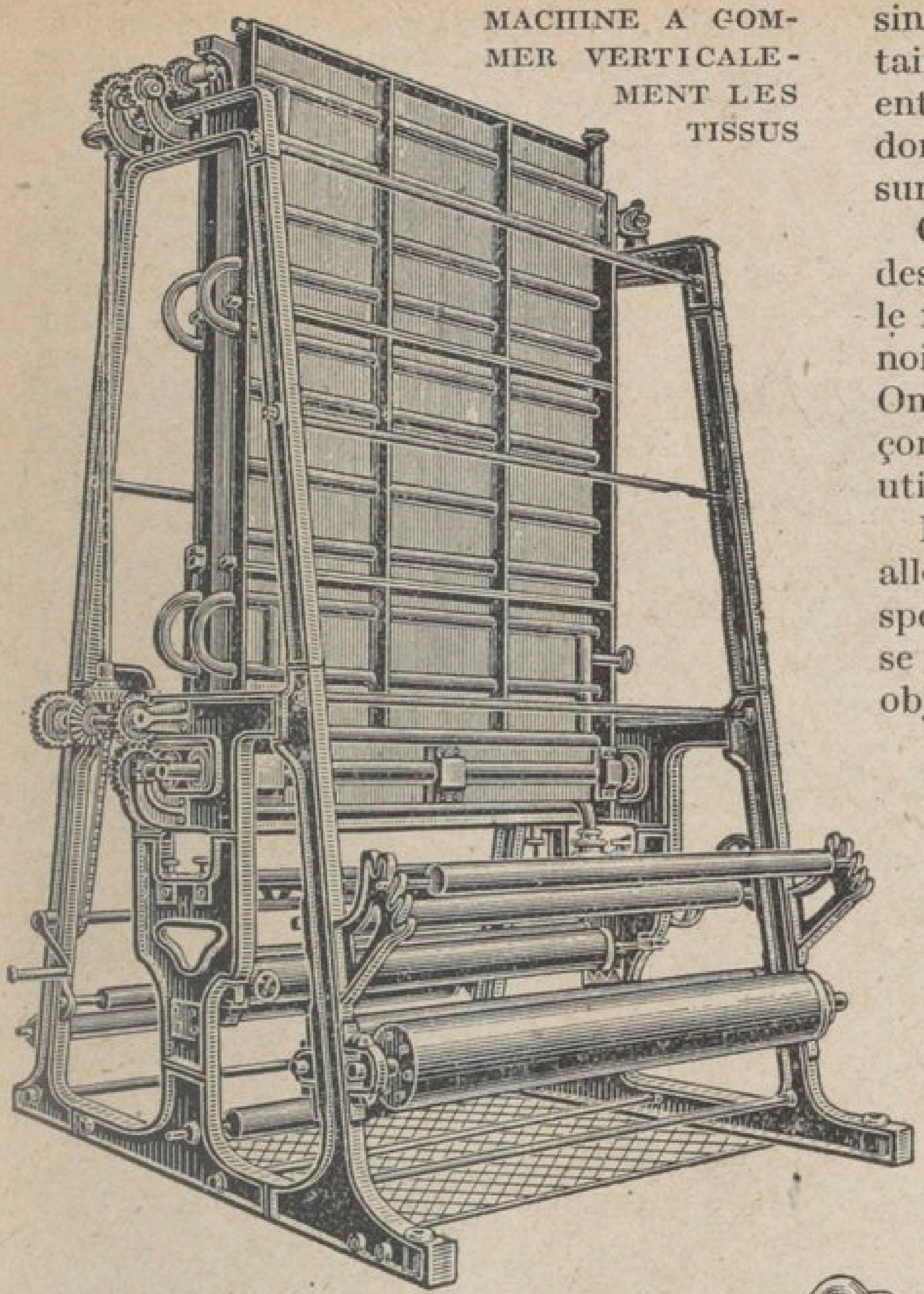
Le malaxage avec les substances auxiliaires se fait toujours de suite, aussitôt après le masticage et avant la coagulation.

Après avoir déterminé la quantité de caoutchouc à travailler dans une opération, on pèse soigneusement tous les autres ingrédients devant entrer avec lui dans la composition à obtenir, à savoir : soufre pour vulcaniser, charges pour donner du corps à la matière, colorants, régénérés, caoutchouc factice, etc. Le tout est déposé dans des baquets en zinc et transporté à l'atelier. (Parfois ces substances sont mélangées préalablement.)

Il est évident que, dans chaque cas particulier, le fabricant choisit la qualité de caoutchouc qui convient le mieux tant au point de vue du prix de revient auquel il veut atteindre que des qualités spéciales que devra posséder l'objet à fabriquer.

Par ailleurs, il est clair que, pour chaque travail et chaque recette, il faudra déterminer pratiquement quelles devront être la température et la durée de la vulcanisation.

Une opération subséquente est celle du malaxage : elle a pour but de mélanger le plus intimement possible les diverses matières



MACHINE A GOMMER VERTICALEMENT LES TISSUS

sin en relief ou des surépaisseurs à certains endroits : alors, on travaille la pâte entre deux cylindres, souvent horizontaux, dont l'un porte gravé en creux sur sa surface le dessin à reproduire en relief.

C'est ainsi que pour fabriquer les semelles des bottes de tranchées, on utilise ce procédé : le ruban sans fil a alors, à sa sortie du laminoir, comme largeur la longueur de la semelle. On sectionne ensuite cette bande en tronçons d'une grandeur suffisante pour fournir utilement six semelles consécutives.

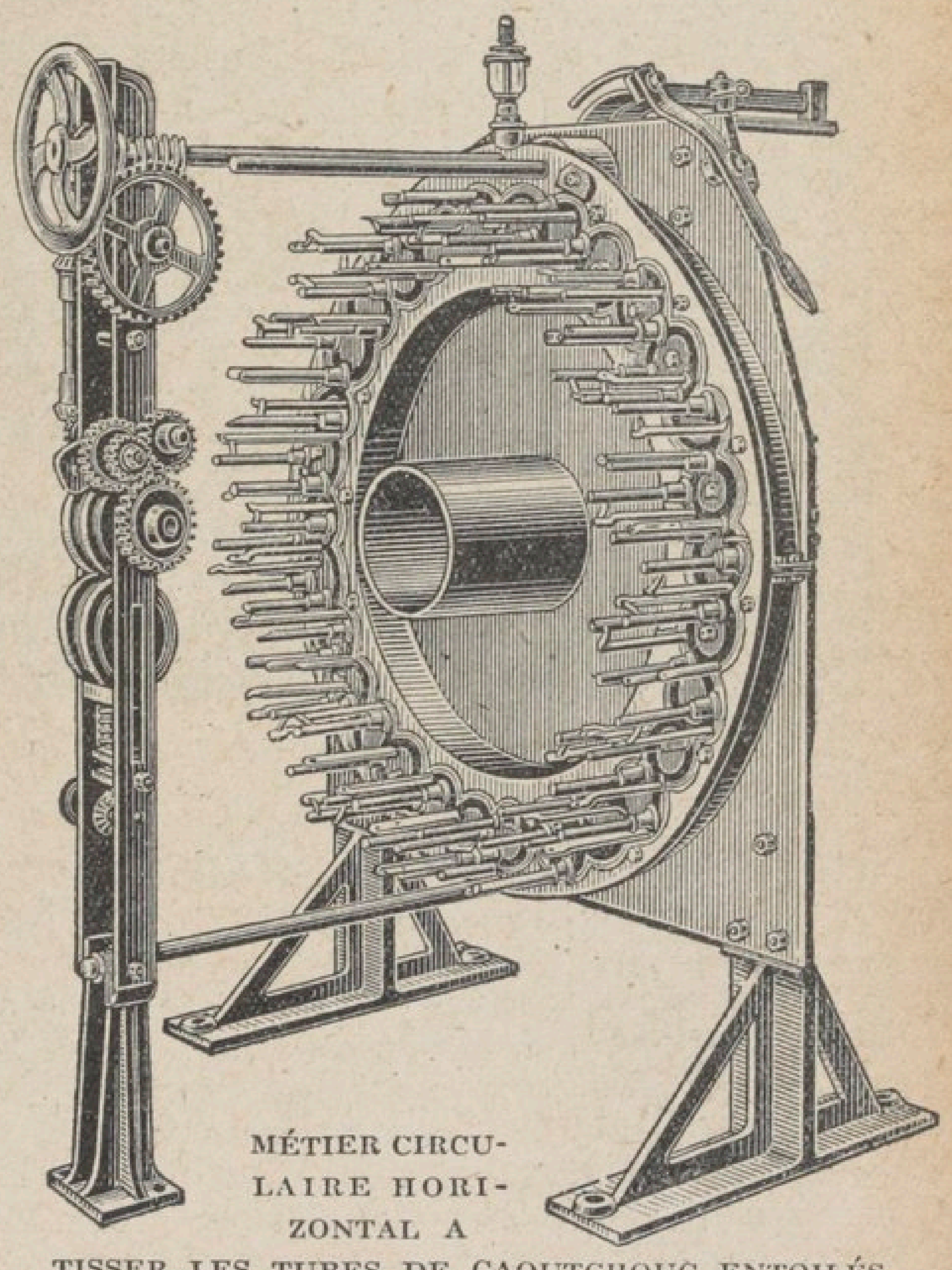
Le travail de la feuille anglaise, que nous allons aborder, constitue une branche très spéciale de l'industrie du caoutchouc ; elle se divise en deux parties : le façonnage des objets et la vulcanisation. Le travail de façonnage, par moulage, obtenu au moyen de mandrins de formes voulues s'applique surtout à de menus objets.

Dans le procédé de découpage et soudure pour la fabrication des gants chirurgicaux, on commence par découper dans la feuille anglaise, à l'emporte-pièce, les différents morceaux qui doivent constituer l'objet, puis on assemble les deux parties en se servant d'un mandrin, et on les soude par une légère

qui ont été préparées. On se sert à cet effet de cylindres pétrisseurs semblables aux cylindres masticateurs, dont nous avons parlé. Ces cylindres ont la surface lisse et peuvent être intérieurement chauffés par de la vapeur ; on fait passer les galettes entre les cylindres ; elles se ramollissent, grâce à la chaleur, et comme les particules de gomme ont acquis, au bout d'un certain temps, une mobilité relative, on introduit successivement et par petites portions toutes les substances devant faire partie de la composition. La durée du malaxage dépend de la nature et de la proportion des matières à mélanger.

Souvent, dans la fabrication de certains produits manufacturés, il est nécessaire d'avoir des feuilles de caoutchouc très minces variant de un quart à trois quarts de millimètre d'épaisseur. On obtient ces feuilles au moyen de la calandre dont nous reproduisons une photographie à la page 342.

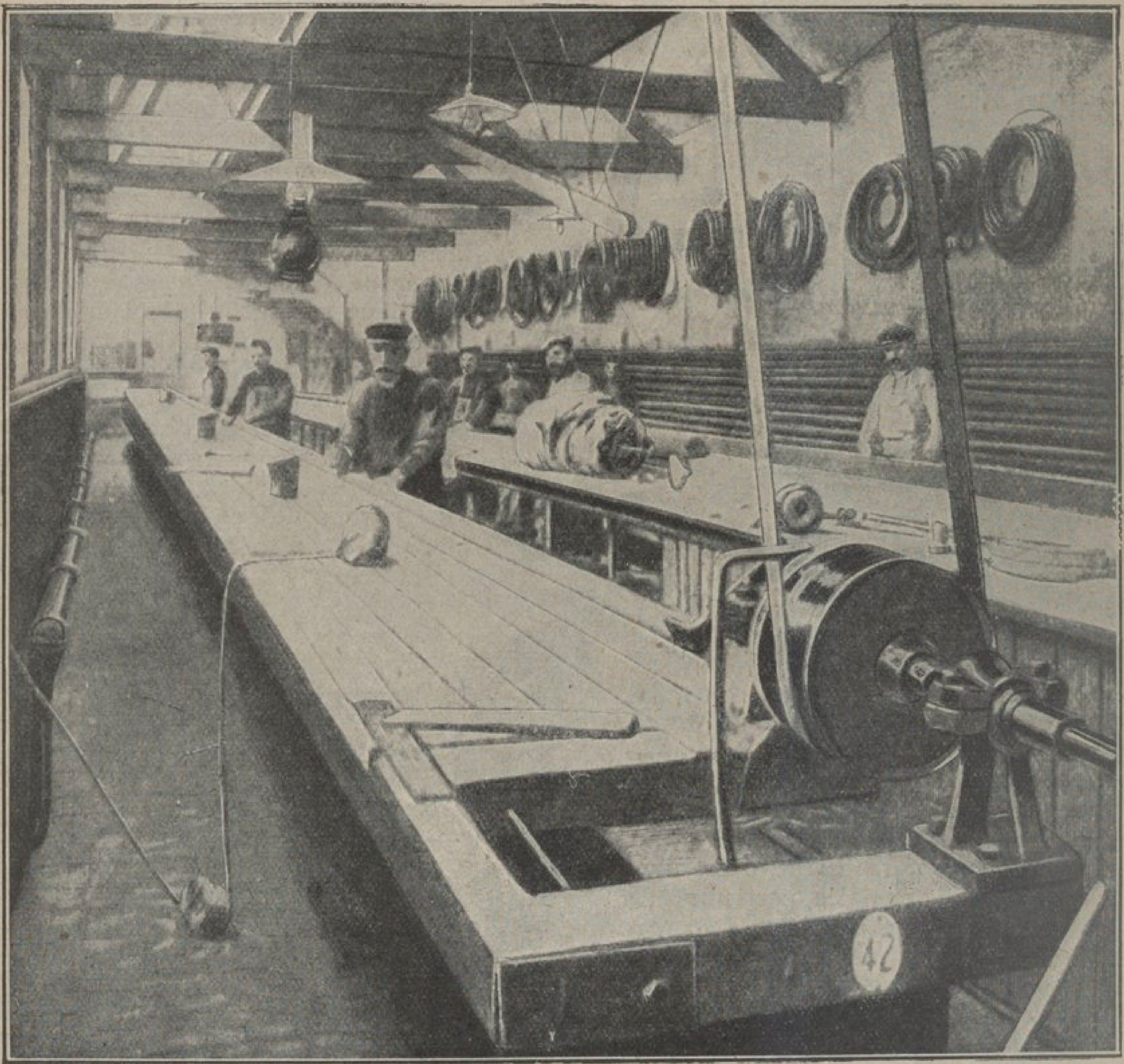
Dans certaines spécialités, il faut obtenir, non des nappes de caoutchouc, dont les deux faces sont unies, mais des lames continues présentant un des-



MÉTIER CIRCULAIRE HORIZONTAL A TISSER LES TUBES DE CAOUTCHOUC ENTOILÉS

pression. Il en est de même pour la confection des ballons à oxygène de nos aviateurs.

Je dirai, pour être complet, que la vulcanisation des objets en feuilles anglaises a toujours lieu, soit à chaud, au moyen d'un bain de soufre fondu dans lequel on plonge les objets très secs, soit à froid, par le moyen d'un bain de chlorure de soufre dissous



ATELIER DE CONFECTION DES TISSUS DE CAOUTCHOUC ENTOILÉS

complètement dans du naphte, du sulfure de carbone ou du tétrachlorure de carbone.

La transformation des mélanges, par voie directe, en objets de caoutchouc souple ou durci s'effectue en trois opérations que nous allons rapidement décrire ci-après :

Le façonnage, qui est la première opération, comprend le découpage et le décollage. Certaines pièces plates sont simplement obtenues en découpant des morceaux de forme voulue dans les feuilles sortant de la calandre, en les collant, les superposant et les comprimant. Le boudinage, qui est une opération du façonnage, consiste à introduire la pâte dans un petit cylindre où se trouve une vis hélicoïdale qui comprime cette pâte et la fait sortir sous une certaine forme par une filière adaptée aux produits à obtenir.

Enfin, certains objets tels que les bouchons en caoutchouc, les gommes à effacer, les semelles, etc., sont obtenus par moulage dans des moules en acier ou en bronze.

La deuxième opération, la vulcanisation (combinaison chimique du soufre et du caoutchouc), s'effectue entre 120 et 136°.

Pour effectuer cette vulcanisation, on emploie, soit des autoclaves, soit des moules chauffés. Les autoclaves, qui sont des chaudières en tôle ou en fonte, reçoivent, à leur intérieur, les objets pressés dans leur moule

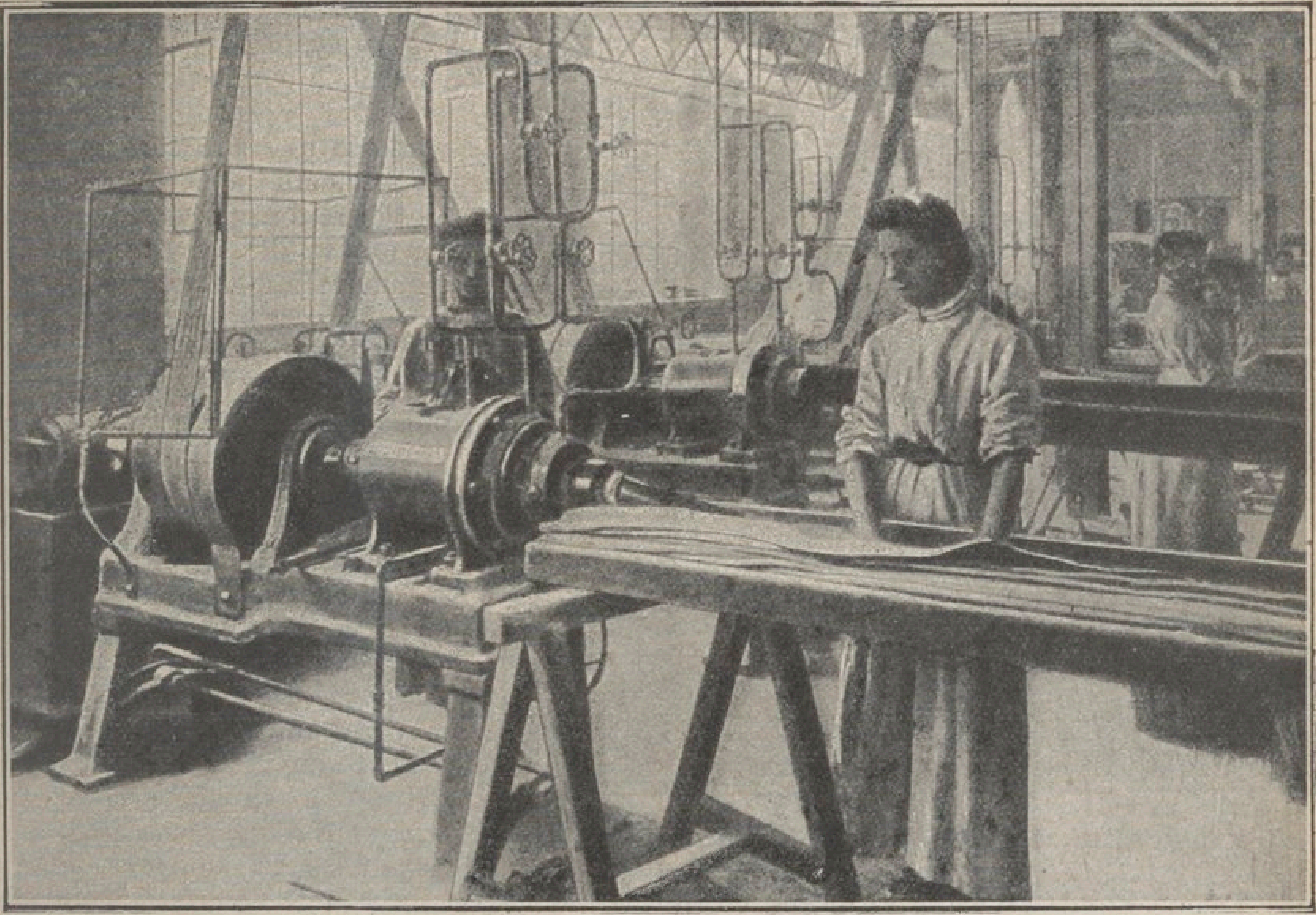
ou renfermés librement dans des boîtes en tôle et la proportion de soufre voulue. Certains objets, de forme plate, sont, eux, soumis à la vulcanisation dite par contact, que l'on réalise au moyen de presses spéciales dont les plateaux sont fortement chauffés intérieurement par de la vapeur.

La troisième opération consiste dans le parachèvement. Quelquefois, il faut ébarber la pièce obtenue; d'autres fois, il faut découper le caoutchouc : on effectue cette opération au moyen d'une scie spéciale sans dents.

appareil spécial dont nous donnons un dessin précis et détaillé à la page 344.

Pour tendre la dissolution sur le tissu, on se sert soit d'une calandre à trois cylindres, soit d'un métier à gommer (on préfère employer les métiers.). Le tissu à gommer est enroulé sur un tambour placé à l'avant; il passe d'abord sur un rouleau creux en fonte ou en ébonite pouvant être chauffé à une température moyenne, puis il arrive immédiatement sous l'appareil à étendre.

A mesure que la toile avance, l'ouvrier y



BOUDINAGE MÉCANIQUE DES CHAMBRES A AIR POUR CYCLES ET AUTOMOBILES

dépose l'enduit au moyen d'une raclette en bois. L'épaisseur de la couche est réglée par un couteau spécial dont on peut faire varier la position par rapport au tissu. Il existe également des tissus doublement caoutchoutés, où le caoutchouc n'apparaît pas à la surface. Ces tissus, particulièrement recherchés, sont constitués par deux pièces, gommées sur une de leur face et collées ensemble par le moyen d'une presse à cylindres.

Pour vulcaniser les tissus ainsi préparés, on les trempe à froid dans une solution de chlorure de soufre, en faisant passer la pièce entre deux rouleaux qui la maintiennent très rigoureusement tendue.

Il existe, en outre, dans l'industrie du

La préparation des tissus caoutchoutés, dont je veux dire quelques mots, a pris une importance considérable depuis le début des hostilités, car on sait la consommation qui est faite des vêtements imperméables aux armées, surtout par les officiers du front.

Les étoffes destinées à être imperméabilisées sont examinées attentivement avant d'être soumises au gommage. Le tissu, qui doit être exempt de tout défaut, de toute imperfection, et parfaitement sec, est imprégné de caoutchouc par une suite d'opérations que nous allons rapidement décrire.

On prépare, au préalable, des dissolutions au moyen de caoutchoucs purs ou mélangés avec des charges et des colorants, dans un

LA FABRICATION DES CHAMBRES A AIR POUR AUTOS

caoutchouc, nombre d'articles qui sont fabriqués avec des matières intercalaires.

La fabrication de ces articles, quand ils sont plats, est faite en superposant et en collant ensemble les différents éléments (feuilles de caoutchouc, toiles gommées), que l'on fait passer très lentement au travers de cylindres compresseurs.

Certains bandages pleins pour voitures, dits bandages à câbles, sont percés dans leur longueur de deux étroits canaux, dans lesquels on doit glisser deux tringles métalliques flexibles jouant le rôle de renforts. Ces articles se façonnent à la boudineuse, avec une filière spéciale munie de deux noyaux.

Pour façonner des cordes caoutchoutées, on entoure une tige flexible en caoutchouc, au moyen de bobines valseuses, de fils qui s'entrecroisent autour de l'âme en caoutchouc. Les objets, fabriqués à la boudineuse, sont vulcanisés dans des moules introduits dans des autoclaves. Si on veut fabriquer des pièces cylindriques creuses entoilées de grandes dimensions, on commence par former la partie interne, au moyen d'une bande de caoutchouc appliquée autour d'un mandrin cylindrique en bois ou en fer. Les deux lèvres étant rapprochées, on les soude au moyen d'une molette, sorte de petite roulette munie d'un manche que l'on promène en appuyant fortement sur les endroits à coller. On revêt cette première couche d'une toile gommée que l'on enroule à un ou plusieurs tours. On recouvre le tuyau d'une tresse de coton, au moyen d'un métier à tisser circulaire à bobines valseuses : la vulcanisation est opérée dans des autoclaves spéciales.

Une fabrication, qui a pris la plus grande extension depuis le début de la guerre, est, sans conteste, celle des bandages pneumatiques. Les bandages de bicyclettes ou de motocyclettes se composent d'une chambre à air et d'une enveloppe.

La chambre à air est un tube en caoutchouc façonné au moyen d'une boudineuse spécialement adaptée à ce genre d'articles. Le tuyau, sortant de l'appareil d'une façon continue, est divisé en tronçons égaux ayant la longueur voulue. On procède ensuite à la vulcanisation, comme il a été dit. Il faut alors transformer le tube en un anneau complet : on retrousse à cet effet les bords sur une forme spéciale et on colle les lèvres avec de la dissolution de caoutchouc.

L'enveloppe des vélos et des motos est formée par deux éléments : la carcasse en toile gommée, puis la chape, lame de caoutchouc appliquée sur la face extérieure de la carcasse et présentant une épaisseur plus forte en son milieu. Généralement, ces deux pièces sont préparées et complètement achevées, chacune de leur côté, et on ne les assemble qu'après vulcanisation : c'est le procédé dit par pression, fréquemment employé.

Dans le procédé par moulage, on façonne et on colle directement la chape sur la carcasse préparée comme précédemment, mais non vulcanisée et placée sur le mandrin.

L'appareil dont on se sert pour la vulcanisation est une autoclave horizontale, dans laquelle les moules sont disposés verticalement, serrés les uns contre les autres.

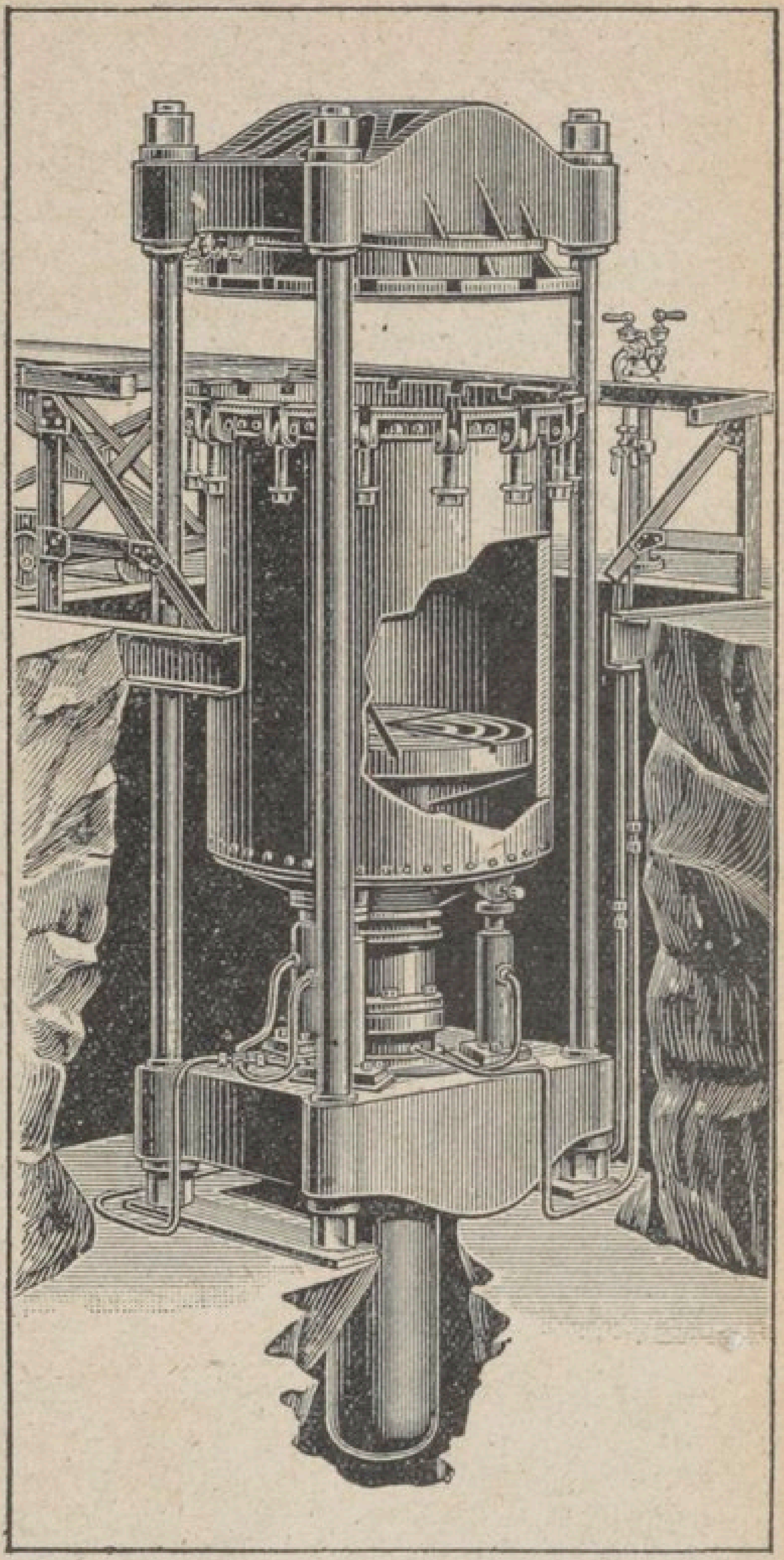
Pour la fabrication des bandages de camions et voitures pneumatiques, on obtient la chambre à air par les procédés ordinaires. L'enveloppe, pour être plus résistante, est beaucoup plus forte et se façonne toujours d'un seul coup, c'est-à-dire par moulage direct à l'aide d'un mandrin extensible.

La confection des chaussures imperméables, des galoches et des bottes de tranchées est aussi au premier plan de l'industrie du caoutchouc. Une botte en caoutchouc, par exemple, est composée de la semelle extérieure, qui est constituée par une lame de caoutchouc épaisse de 2 à 4 millimètres, de la demi-semelle qui se place par-dessus la semelle extérieure, le talon, la doublure du talon, le contrefort de derrière, la pièce de l'éperon, et enfin la tige de la botte.

Toutes les pièces étant prêtes, on les assemble sur une forme en fer et on y applique, un à un et dans l'ordre convenable, les divers éléments qui constituent la chaussure ou la botte. Les pièces étant terminées, les bottes vernies (noir dissous dans de l'essence de térébenthine) sont amenées à la vulcanisation, parfaitement desséchées.

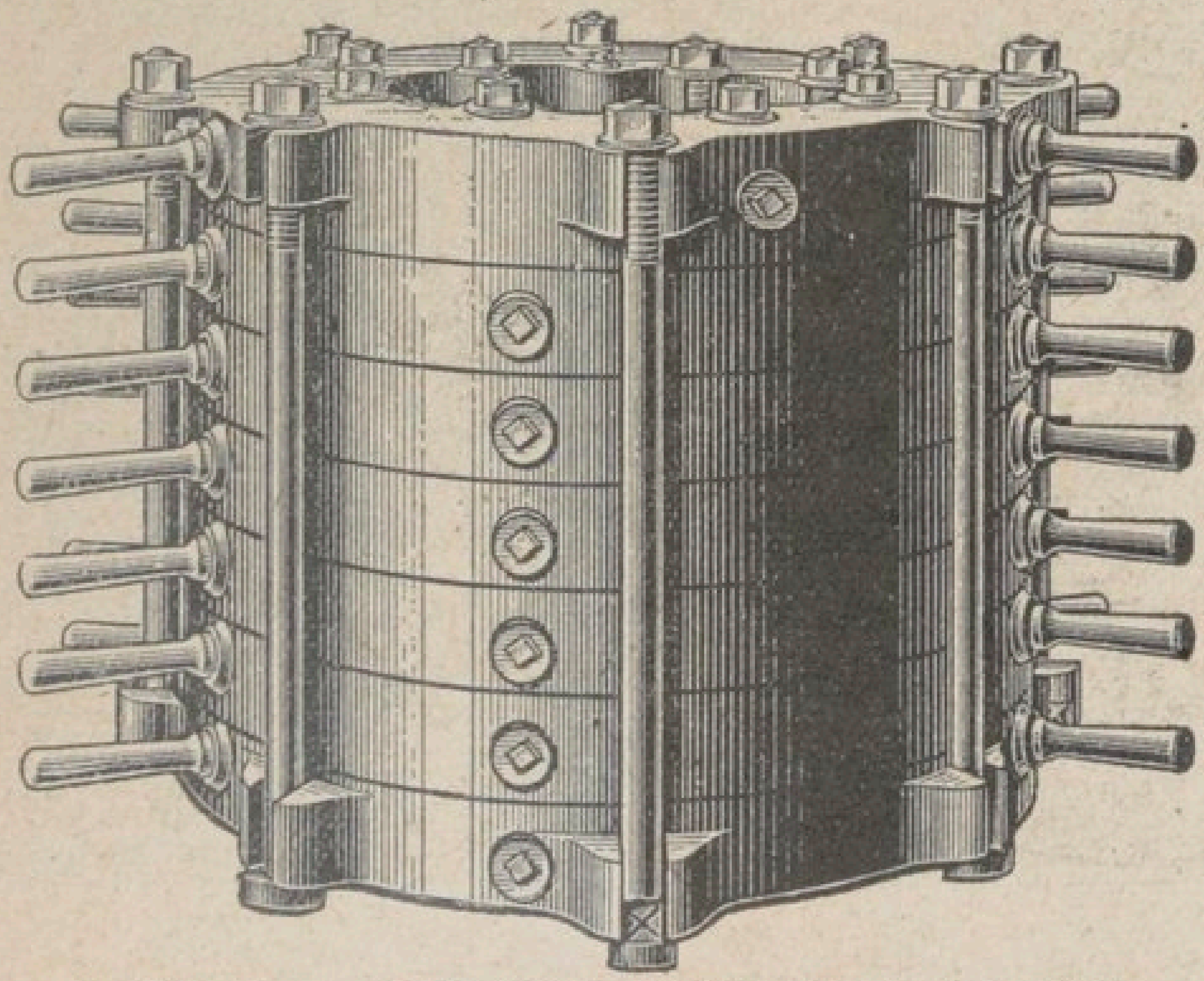
Cette vulcanisation s'effectue dans une atmosphère sèche au milieu d'une étuve en maçonnerie, chauffée par des tuyaux de vapeur. Les wagonnets portant les bottes y sont introduits avec leur chargement.

Avant de quitter ce chapitre, je dirai quelques mots du travail de la gutta-percha, qui s'effectue autrement que celui du caoutchouc. Il faut, avant de transformer la gutta-percha en produits manufacturés, la soumettre à un masticage préparatoire, pour en expulser l'eau et l'air qu'elle contient. On ramollit la matière dans une chaudière à double fond, chauffée à la vapeur, où tournent en sens contraire deux cylindres à cannelures hélicoïdales placés côte à côte. On passe ensuite la gutta malaxée et chaude entre deux cylindres, qui la réduisent en feuilles. Quelquefois, on lui adjoint certaines matières étrangères, qui lui donnent les qualités désirées. C'est avec la gutta ainsi préparée que l'on fabrique communément des vases à produits chimiques et des pièces pour



PRESSE HYDRAULIQUE AUTOCLAVE

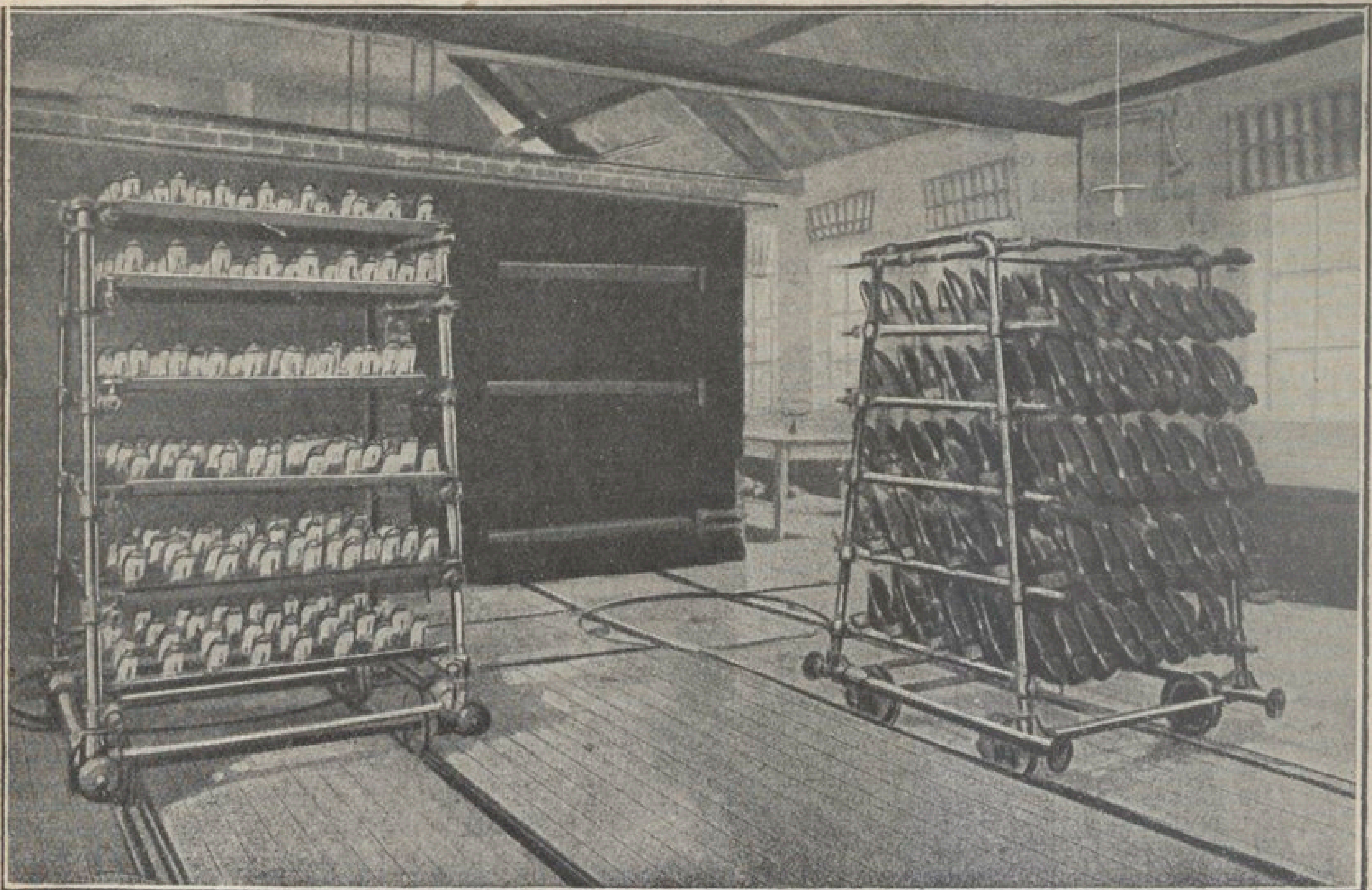
Système de vulcaniseur constitué par une cuve verticale dont le fond mobile peut s'élever, poussé par un piston hydraulique et se rapprocher progressivement du plateau.



MACHINE A COQUILLE POUR PNEUMATIQUES

ATELIER DE MONTAGE DES GALOCHES DE TRANCHÉES, EN CAOUTCHOUC

Les chaussures imperméables destinées à nos soldats subissent le dernier apprêt avant d'être vulcanisées



CHARIOTS EMPLOYÉS POUR LA VULCANISATION DES GALOCHES DE CAOUTCHOUC

Les chariots-supports sont introduits avec leur chargement dans une étuve chauffée à la vapeur.

l'électricité (par moulage généralement).

Le caoutchouc manufacturé peut se classer en de multiples produits et objets dont nous donnerons ci-après un rapide aperçu.

Le caoutchouc, non façonné, est livré en pains, et les débris de produit pur sont utilisés comme agglutinant dans la fabrication des meules d'émeri. Les « dissolutions » employées pour les réparations de chambres à air sont, en général, constituées (si elles sont de bonnes qualité), par une dissolution de caoutchouc additionnée de gomme laque. etc.), les industries du billard, la tapisserie (tapis d'entrées ou de voitures), la chapellerie, les papeteries (gommes à encre ou à crayon, feuilles pour copies de lettres), etc., toutes les industries utilisent ce produit.

La fabrication des tuyaux sans toile intercalaire ou avec toile insérée, les tuyaux armés (formés d'une tresse de fil de fer ou d'acier galvanisé), les tuyaux en toile caoutchoutés ont vu également leur fabrication augmenter dans de grandes proportions.

L'industrie technique (machines à vapeur,

OUVRIÈRES OCCUPÉES AU FAÇONNAGE DES TÉTINES DE BIBERONS

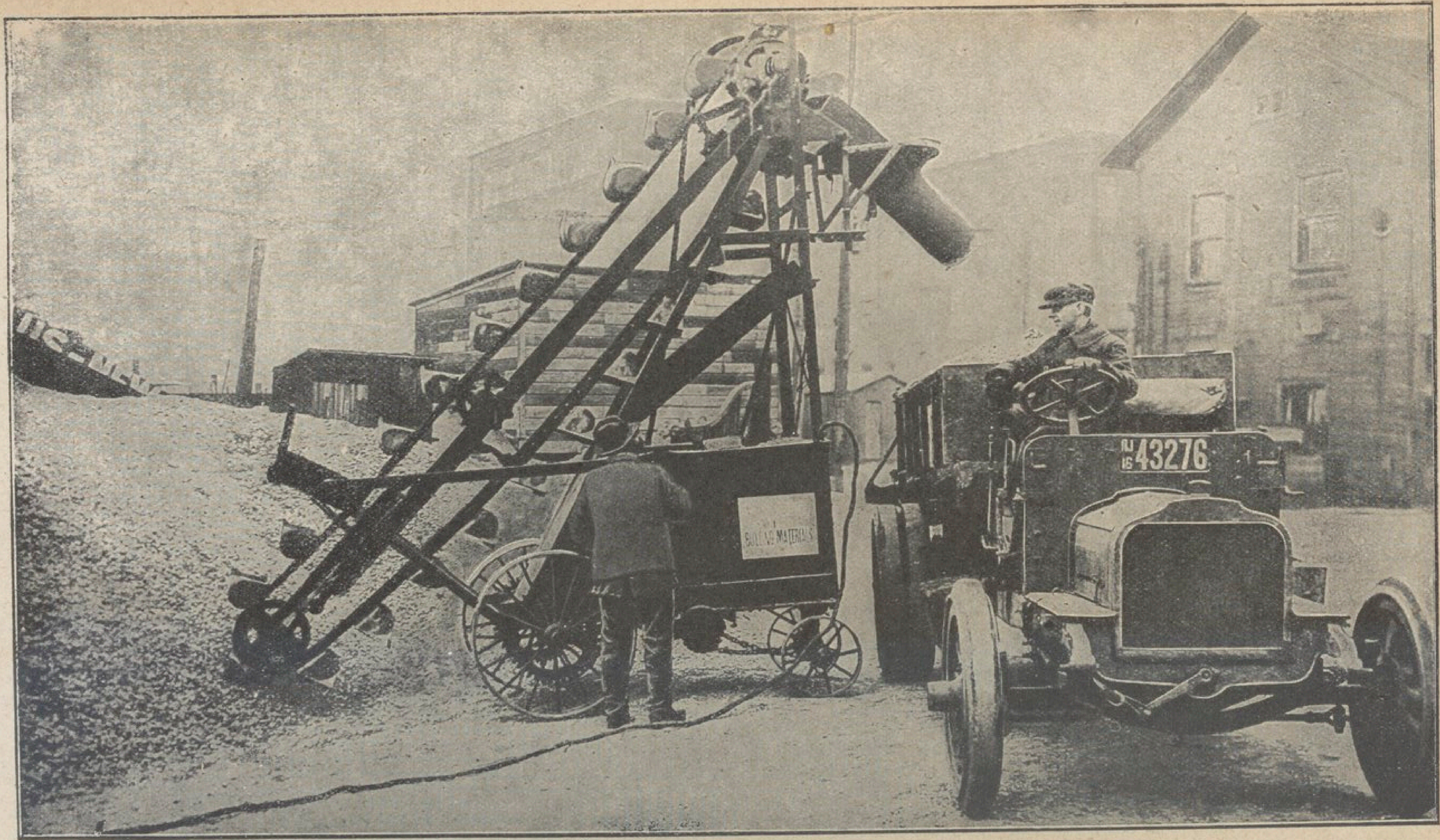
moteurs, compresseurs, transmissions, tuyauteries à vapeur, etc.), utilise aussi de nombreux produits caoutchoutés. Il en est de même pour l'électricité et les transports.

Les articles hygiéniques, médicaux et scientifiques, dont l'emploi est devenu si important depuis les hostilités, ont pris un développement tout particulier : c'est ainsi que les ballons à oxygène, les masques à gaz, tous les appareils et instruments chirurgicaux ont vu leur industrie décupler en quelques mois, au début de la guerre.

Quelle est, d'ailleurs, la branche de l'activité qui n'emploie pas le caoutchouc : la droguerie (bouchons, anneaux), la plomberie (rondelles pour joints), la carrosserie (bandages pour voitures, patins, coulisses), la sellerie (garnitures pneumatiques pour pieds de chevaux, garnitures de mors, jambières,

L'ébonite, qui est un caoutchouc spécial, est employée, j'ai à peine besoin de le rappeler, pour les produits chimiques (objets de laboratoire, pièces de soupapes). L'ébonite sert également de diélectrique dans la construction des appareils électriques de toutes sortes, etc., etc. Je m'arrêterai là, car il faudrait trop de place pour détailler tous les emplois du caoutchouc et toutes ses transformations dans l'industrie moderne.

MARCEL QUINAUD.



CHARGEUR ÉLECTRIQUE A GODETS SYSTÈME JEFFREY PRENANT DES CAILLOUX AU TAS POUR EN REMPLIR UN CAMION AUTOMOBILE

Depuis quelques années, de grands progrès ont été réalisés dans la manutention des matériaux; les chargeurs, les élévateurs, les transporteurs ont permis de substituer, dans toutes les usines et les entrepôts de quelque importance, la main-d'œuvre mécanique à la main-d'œuvre humaine.

COMMENT SONT FAITS LES FEUTRES DES SOLDATS AMÉRICAINS

Par Raphaël SÉBILLOT

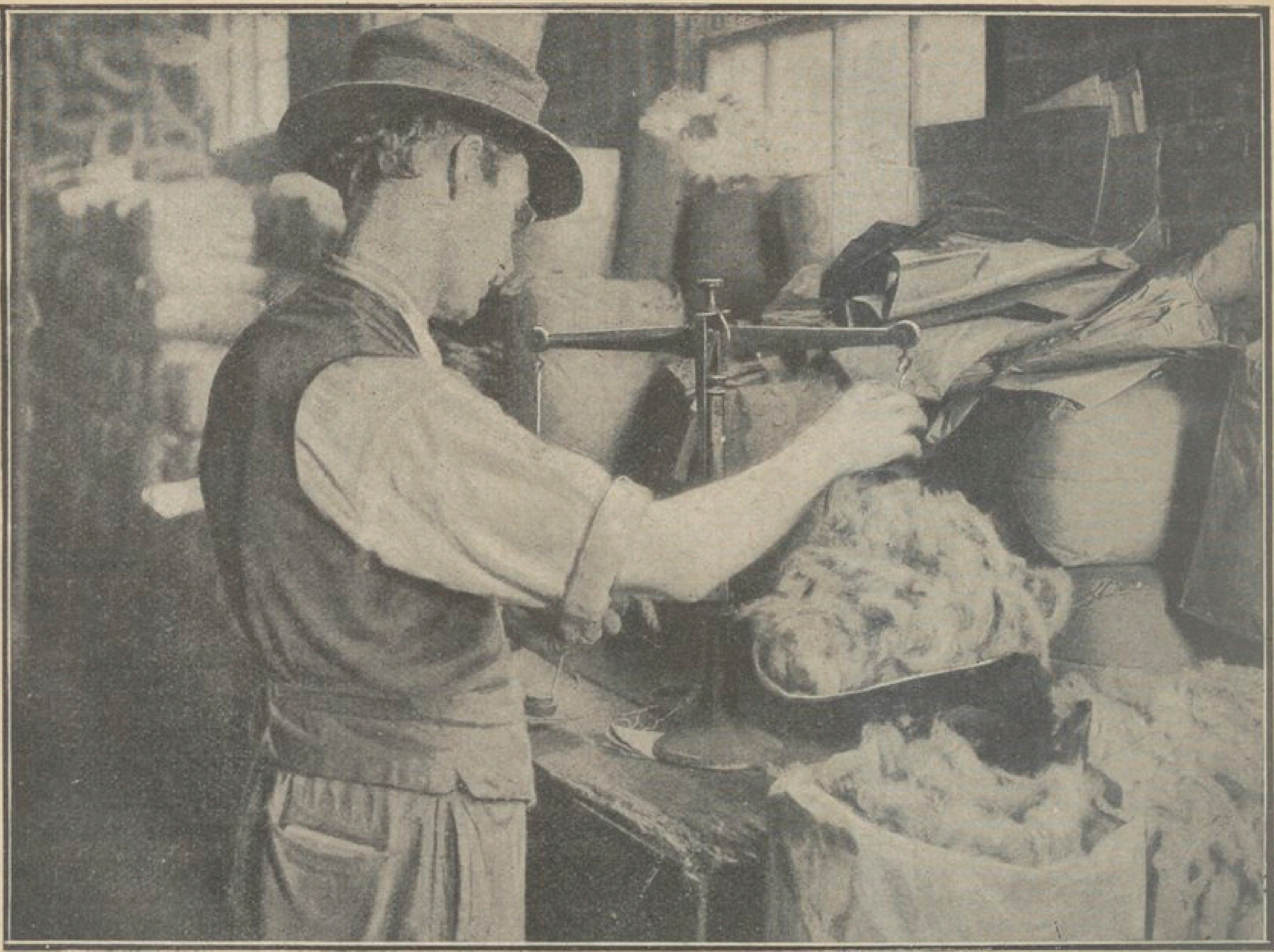
La matière première employée pour confectionner les couvre-chefs des « sammies » est fournie par les lapins d'Australie ; elle arrive chez les chapeliers soit à l'état de peaux, soit sous forme de poils. Dans le premier cas, on commence par soumettre les peaux à un mouillage destiné à les assouplir afin de les écharner et de les ouvrir beaucoup plus facilement.

L'écharnage a pour but d'enlever soigneusement toutes les parcelles de graisse adhérentes à l'épiderme au moyen d'un couteau arrondi fixé au chevalet sur lequel s'asseoit l'ouvrier. L'ouverture se pratique à l'aide d'un instrument analogue à celui dont les gantiers se servent pour ouvrir les doigts de gants, mais, bien entendu, il est en fer et de dimensions sensiblement plus grandes.

Toutefois, les poils n'ayant par eux-mêmes qu'une très faible propriété feutrante, il faut la leur communiquer par le *secrétage*. Cette opération consiste à appliquer sur l'endroit de la peau une solution d'azotate de mercure, soit à l'aide d'une brosse, soit avec un pulvérisateur à air comprimé. En s'évaporant, le sel mercuriel cristallise sur les poils auxquels il adhère ; ces cristaux anguleux constituent des aspérités nécessaires pour le feutrage. On fait ensuite sécher les peaux dans des étuves spéciales ; on les sectionne dans

TOUT D'ABORD, UN EXPERT EXAMINE SOIGNEUSEMENT LES MATIÈRES PREMIÈRES

Ces matières premières sont tout simplement des poils de lapin expédiés d'Australie dans des sacs de toile.



PUIS ON PROCÈDE SUR UNE BALANCE D'UNE GRANDE JUSTESSE A LA PESÉE DES POILS

L'ouvrier pèse exactement la quantité de poils nécessaire pour chaque chapeau.

leur longueur, près du ventre, et on les soumet au *dégalage*, c'est-à-dire qu'on les frotte dans le sens du poil avec une petite carde à main.

Puis on les sèche à nouveau et on les bat afin d'en enlever la poussière ; après quoi, on les trempe dans l'eau alcalinisée pour les amollir et permettre d'en couper avec plus de facilité toutes les parties dures, les pattes et autres inégalités. Cette opération porte le nom d'*ébarbage*, en termes techniques ; elle s'effectuait autrefois à la main, mais les fabricants de chapeaux des Etats-Unis exécutent maintenant le coupage des poils au moyen d'une machine dont l'organe essentiel est un cylindre porteur de plusieurs lames en spirales et auquel on imprime une vitesse de 1.500 à 2.000 tours. Deux cylindres cannelés, possédant chacun un mouvement lent de rotation en sens inverse, précèdent le premier cylindre. On introduit la peau entre les cylindres cannelés, le poil en dessous ; les lames hélicoïdales la jettent dans la caisse de la machine après l'avoir rasée, tandis que les poils tombent en dessous. On reprend ensuite les brindilles pileuses qui se déposent dans la cheminée d'échappement et qu'on emploie ultérieurement dans la fabrication, en les insérant entre deux couches de feutrage, ainsi qu'on le verra plus loin.

Les poils qui sortent de l'ébarbeuse sont de grandeurs différentes et plus ou moins mélangés de corps étrangers, de parcelles de peaux entraînées et de jarres ou brins de poils grossiers et rigides. Des experts les examinent soigneusement, les assortissent autant que possible par couleur et qualité. Puis, afin de les classer par ordre de densité, on les fait passer à la *souffleuse*. Les nombreux types de cet appareil, en service dans les fabriques américaines, diffèrent les uns des autres par des détails de construction, mais leur fonctionnement est identique et en voici le principe. Une toile sans fin amène les poils entre deux rouleaux cannelés, où un cylindre nettoyeur (et ressemblant un peu aux cylindres des batteuses de blé) les frappe énergiquement, tandis qu'ils sont ventilés en même temps. Ce soufflage les amène dans un conduit d'une vingtaine de mètres de longueur, garni d'un molleton feutré sur lequel les jarres se piquent et au bout duquel une première caisse recueille encore les jarres

et les poils les plus lourds. A la suite de cette enceinte, d'autres chambres disposées en retour reçoivent les poils de moins en moins lourds, à mesure que le cheminement effectué par ceux-ci devient plus considérable. La dernière chambre porte une toile métallique sur laquelle se fixent les poils les plus fins et dont une petite brosse, actionnée par la commande générale, évite l'obstruction, en venant, de temps en temps, nettoyer la surface. Les poils destinés à la fabrication des chapeaux des soldats américains repassent à cinq ou six reprises dans les souffleuses et perdent de 15 à 25 % de leur poids, selon leur qualité et leur provenance.

Dans certaines fabriques des Etats-Unis, on remplace la machine à souffler par l'ancien procédé de l'arçonnage souvent usité encore en France ; il consiste à frapper et à soulever les poils au moyen d'une sorte de levier (dit arc ou *arçon*, dans le langage technique) et actionné à l'aide d'une manivelle à mains.

De la souffleuse, les poils passent à la *bastisseuse*. Dans cette machine, deux petits cylindres entraînent les poils posés sur une première toile sans fin et les amènent à un hérisson animé d'un mouvement circulaire qui les divise en produisant, somme toute, un véritable *arçonnage*. Une deuxième toile sans fin les reprend et les présente à une nouvelle arçonneuse constituée par des lames hélicoïdales qui lancent les poils dans un canal terminé par une buse, garnie également de lames mobiles à volonté et dirigeant les poils en bas ou en haut et en plus ou moins grande quantité. Pour cela, des ouvertures, disposées au-dessous et au-dessus de l'arçonneur-ventilateur, favorisent l'appel de l'air envoyé avec force par ce dernier.

Une cloche conique en bronze, percée de trous fins et rapprochés ou formée par une ossature en gros fils de fer, recouverte d'une toile métallique de laiton très fine, reçoit les poils ainsi entraînés par le courant d'air et retenus par l'aspiration du ventilateur ; ils finissent par la recouvrir d'une couche plus ou moins épaisse. Quand le bastissage feutré a atteint l'épaisseur suffisante, l'ouvrier imprime un mouvement de rotation au bâti porte-cône et, tout en tournant, celui-ci se présente sous une pluie d'eau bouillante qui commence à faire légèrement adhérer les

LA TROISIÈME OPÉRATION CONSISTE DANS LA CONFECTION DU « BASTISSAGE » FEUTRÉ
Le feutre a pris une résistance suffisante pour pouvoir s'enlever tout d'une pièce.

poils entre eux. Ce mouillage donne au bastissage une résistance suffisante pour pouvoir s'enlever de la cloche tout d'une pièce comme le montre une de nos photographies.

Cette trame feutrée peut alors subir le *sémoussage*, qui se fait souvent encore à la main en France et aux Etats-Unis. Après avoir enlevé le bastissage du cône et l'avoir imprégné d'eau, l'ouvrier l'essore légèrement, l'entoure d'une flanelle à l'extérieur et à l'intérieur, puis le roule par petits mouvements saccadés sur la *table de sémoussage*, simple table en fonte chauffée à la vapeur. Il parvient de la sorte, en le roulant d'un mouvement énergique tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, à commencer le feutrage.

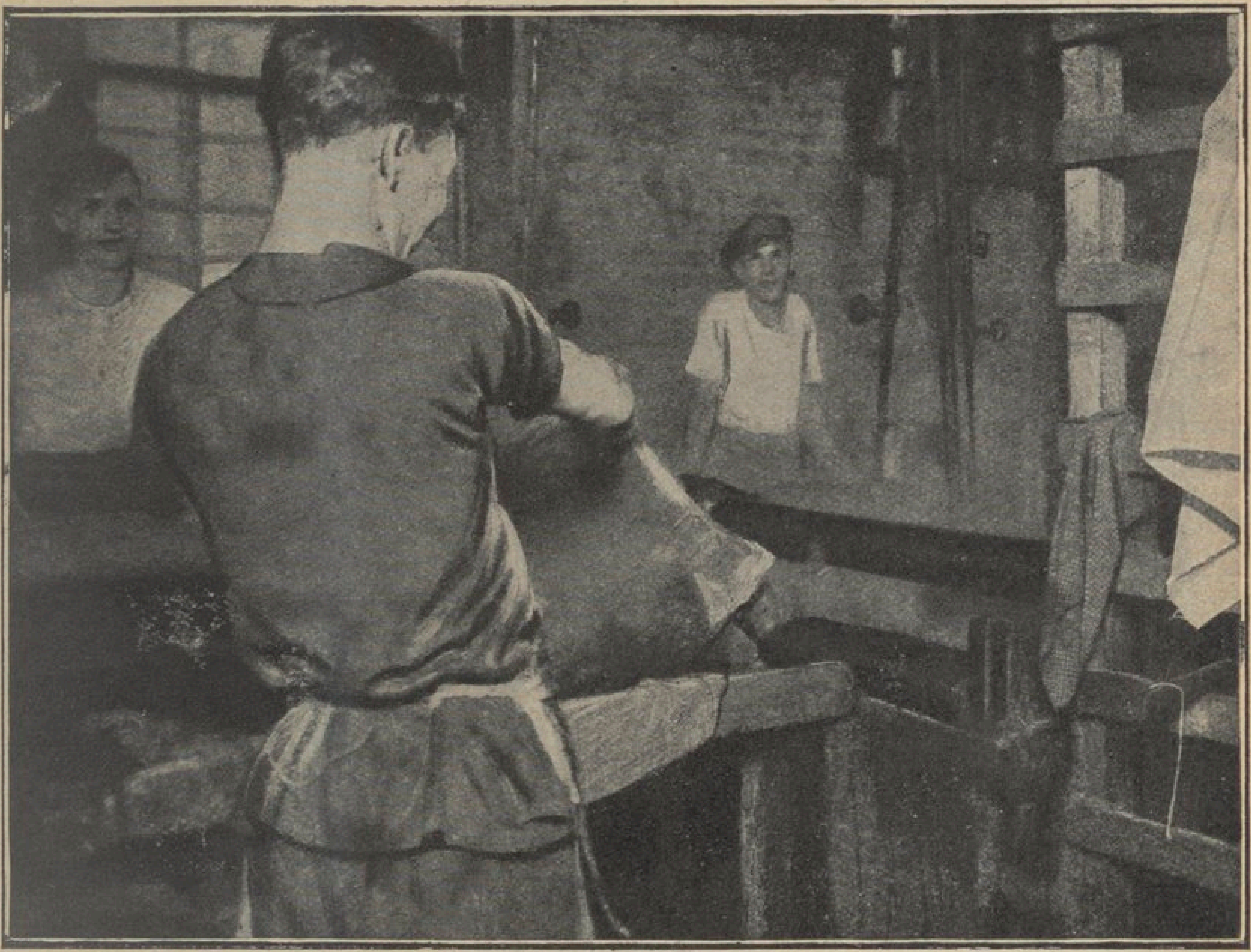
Cet enchevêtrement des poils devant s'effectuer progressivement afin d'obtenir plus de robustesse, le bastissage passe de la sémousseuse dans une autre machine, la *cailloteuse*, qui présente avec la précédente de grandes analogies, mais dans laquelle les surfaces de contact avec les poils sont plus dures. La cailloteuse se compose effectivement de deux tables en bois munies de cannelures ; l'une (celle sise en dessous), reliée à un contrepoids, peut s'éloigner ou se rapprocher de l'autre par la simple action d'une pédale. Quant à la table supérieure, elle est animée d'un mouvement horizontal et alternatif de va-et-vient. Pour cailloter le bastissage, il suffit de l'introduire entre les tables après l'avoir complètement enroulé dans une grossière toile d'emballage.

Cependant, le bastissage sémoussé et cailloté ne présente pas encore une assez grande solidité et il faut continuer le travail de feutrage par un foulage énergique. Les chapeliers américains exécutent d'ordinaire cette opération avec une *fouleuse à rouleaux* formée de deux séries de rouleaux en bois superposés entre lesquels s'insèrent les bastissages. A chaque étage, on imprime à ces cylindres des rotations en sens inverse et leurs vitesses respectives vont en diminuant par couple du haut en bas ; ils possèdent, en outre, un mouvement alternatif de va-et-vient dans le sens de leur longueur. D'autre part, le châssis portant les rouleaux supérieurs peut recevoir un mouvement

LE BASTISSAGE EST ENSUITE ROULÉ SUR LA TABLE DE « SÉMOUSSAGE »
Il a été préalablement imprégné d'eau et essoré légèrement ; la table de fonte est chauffée à la vapeur.

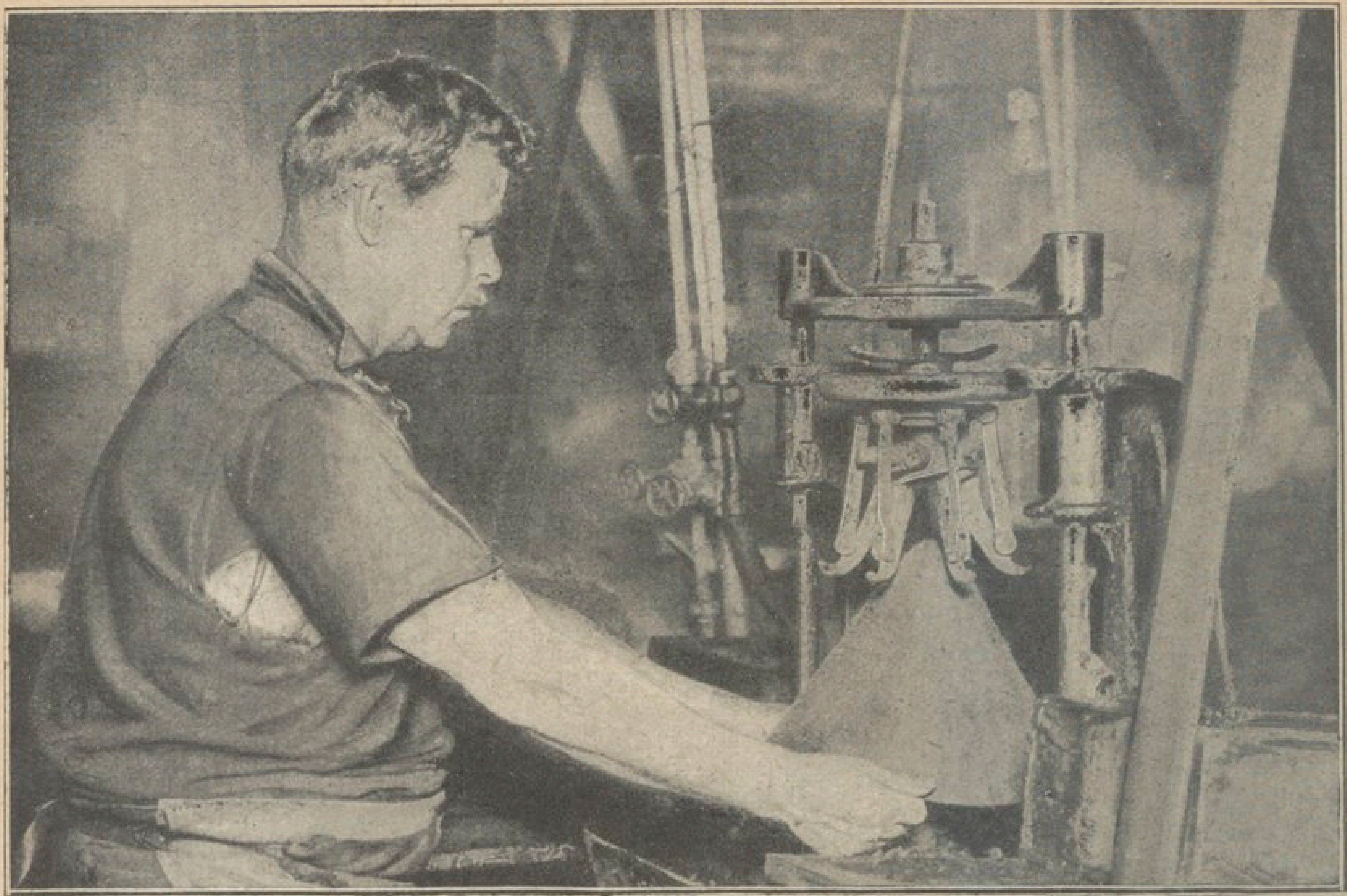
vertical permettant d'écarter plus ou moins les cylindres fouleurs. Grâce à ces dispositifs, le conducteur de la machine donne aux matières traitées le foulage convenable, qui s'opère à une température voisine de 100 degrés dans un courant de vapeur d'eau légèrement additionnée d'acide sulfurique. La production d'une fouleuse à rouleaux est de 250 *cloches* feutrées par jour car le châssis mobile permet, au lieu de travailler chacune d'elles en particulier, d'en fouler une vingtaine par passe. Mais, vers la fin de l'opération, on laisse couler très lentement la teinture dans le foulon pour que les poils se colorent d'une nuance kaki foncée.

A ce moment, la forme des futurs chapeaux des « sammies » va commencer à s'ébaucher en subissant ce que les gens du métier nomment le *dressage de foule* et qu'on doit effectuer petit à petit afin d'empêcher les « grignes » (aspérités) et les « écailles » de se former dans le feutre. Aussi les cloches passent successivement dans trois machines : la *tirante à triple effet*, la *tendeuse du fond* et l'*abatteuse des bords*. On place d'abord chaque cloche sur la première, destinée à réaliser le fond du chapeau ou « rosette ». L'outil essentiel de la tirante se compose de dix ailettes en bronze qu'une bague en caoutchouc maintient au contact dans la position de repos. L'ouvrier coiffe avec la cloche ces ailettes réunies, puis, en appuyant avec le pied sur une pédale inférieure, il fait tourner le plateau de la machine, et des bielles, attelées sur un noyau excentré, font écarter en même temps lesdites ailettes, tandis qu'un robinet envoie de la vapeur sous la cloche. La chaleur humide ramollit le feutre et facilite son changement de forme. D'autre part, pendant que se produit la première rosette, le plateau creux porte-tirantes tourne et présente au dresseur le second outil à couvrir ; de son côté, la troisième tirante à ailettes diminue de volume, ce qui permet d'enlever la cloche dont le fond commence à se former et qui va ensuite subir le tendage.

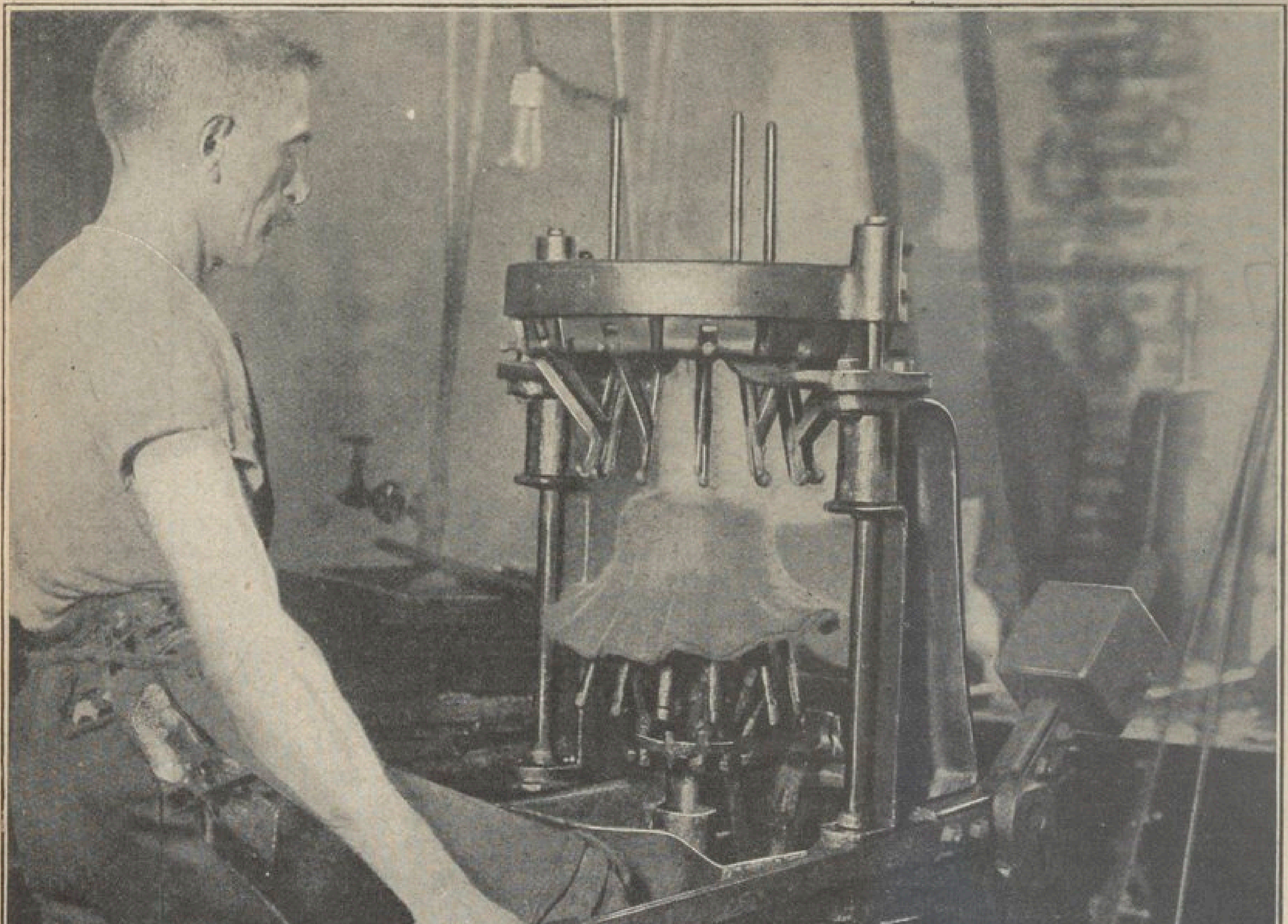


DE LA TABLE DE SÉMOUSSAGE, LE BASTISSAGE PASSE A LA MACHINE A FOULER
Cette machine, qui assure généralement un bon foulage, est formée de deux rouleaux en bois superposés.

La *tendeuse*, qui termine l'agrandissement du fond, ressemble en principe à la machine ci-dessus, mais le travail s'y exécute par saccades à l'aide de coups de leviers succes-



LA MACHINE SPÉCIALE POUR FORMER LA « ROSETTE » OU FOND DU CHAPEAU



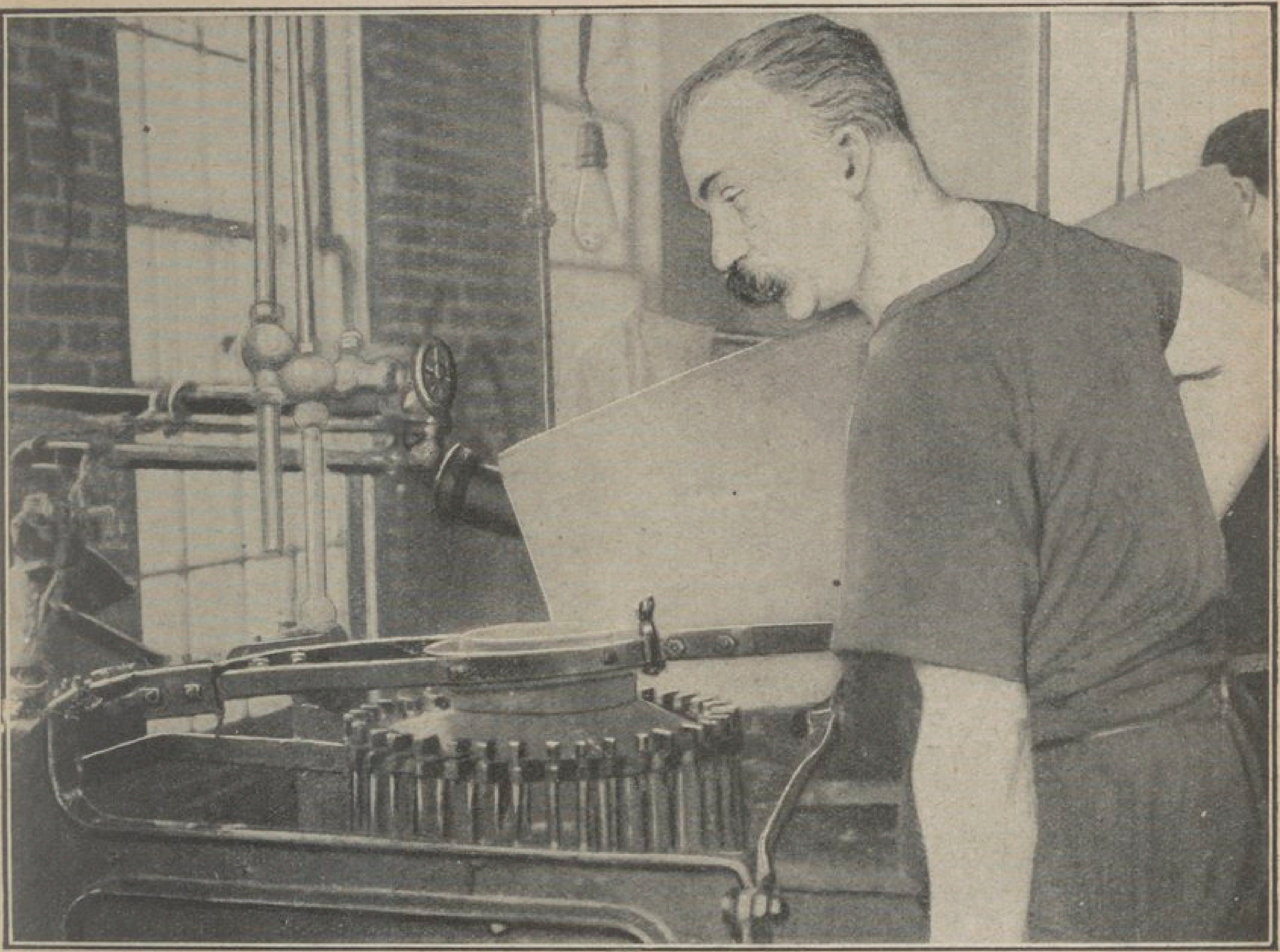
L'AGRANDISSEMENT DU FOND DU CHAPEAU EST ACHEVÉ PAR LA « TENDEUSE »

sifs et le fond de la rosette se forme progressivement et régulièrement, grâce au plateau mobile, qui se déplace en même temps que les branches intérieures s'écartent.

L'*abatteuse* termine le dressage. On place la cloche sur les lames inférieures rayonnées de cette machine et on la couvre avec les lames supérieures qui, tombant entre les intervalles des précédentes, étirent le feutre. Pour que la tension ne se produise pas brusquement, les lames du couvercle supérieur appuient sur des tiges inclinées formant ressorts. En relevant le couvercle, on détermine la rotation du volant de manière à amener une autre lame rayonnée et ainsi de suite. Pour faciliter l'extension, on injecte pendant les trois phases du dressage un courant assez fort de vapeur d'eau.

Mais les cloches une fois dressées, il faut, en les faisant passer sous des *presses* spéciales, leur enlever d'abord l'empreinte des branches des divers outils qui ont servi à les fabriquer, puis aplatir leur fond et leurs bords, tendre leurs flancs et couper leur « lien ». Ces défauts disparaissent sous la poussée du piston de la machine, figurant en relief la forme du chapeau tandis que sa matrice en zinc la présente en creux. Au sortir de la presse, les futurs couvre-chefs des soldats de l'Union ont une épaisseur uniforme. D'autre part, on chauffe à la vapeur les moules et les matrices, afin de faciliter le dressage auquel succède le *ponçage*, qui a pour objet d'enlever les poils dépassant la surface feutrée.

Après le ponçage, les souples chapeaux des « sammies » possèdent presque leur forme définitive ; il ne leur reste plus qu'à subir un *dressage d'appropriage* qui achèvera de la leur donner et quelques *repassages* au fer, *lustrages* ou *mises en tournure*, qui leur communiqueront successivement le brillant, le velouté, en un mot le dernier coup de fion !



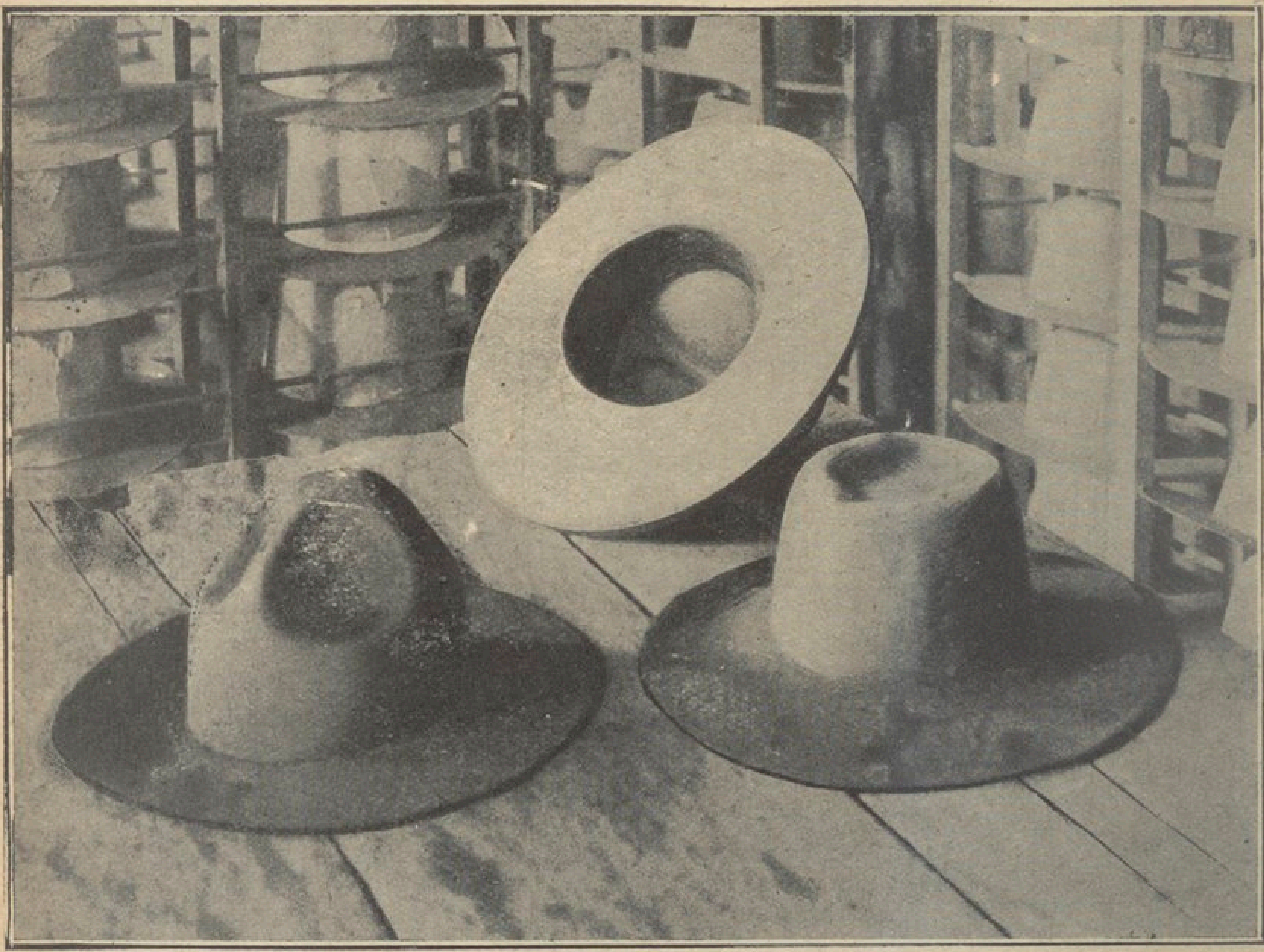
CETTE MACHINE SERT A TERMINER LE DRESSAGE DES BORDS DES CHAPEAUX

Quand les coiffures militaires américaines sortent de cet appareil, elles ont leur forme définitive.

Dans la plupart des usines des Etats-Unis, le dressage d'appropriage se fait à l'aide d'une presse analogue à celle précédemment décrite, mais dont les matrices et pistons reproduisent exactement la forme traditionnelle du chapeau des soldats américains. Dans d'autres, on se sert d'une *approprieuse* plus perfectionnée qui comprend un bâti

muni de deux rainures dans lesquelles glisse un cylindre manœuvrable à la main et à la partie supérieure duquel se trouve un plateau cintré selon la forme des bords. Deux colonnes adaptées au bâti possèdent une traverse supérieure qui guide deux tiges actionnées par le petit volant latéral, destiné à les faire presser un plateau cintré correspondant au premier. D'autre part, une tige filetée centrale, actionnée par tête sur le feutre qui épouse aussi exactement que possible les contours du moule.

Certains chapeliers new-yorkais opèrent la *mise en tournure* à l'aide d'une machine, inventée par notre compatriote Legat. Son fonctionnement repose sur l'emploi du caoutchouc, à qui la pression fait prendre les formes variées d'un moule. Si donc, entre ce dernier et la couche élastique on place un chapeau immédiatement après le « dressage



LE CORPS PRINCIPAL DU CHAPEAU EST COMPLÈTEMENT ACHEVÉ

Il ne reste plus maintenant qu'à poser les garnitures intérieures en cuir et à fixer les cordons de grades

le volant supérieur, permet la descente d'une forme correspondant à la tête du chapeau et passe à frottement doux dans les entrées des deux plateaux cintrés. Le cylindre porte, sculptée en creux, la place de ladite forme et un courant de vapeur permet de le chauffer. Quant à la manœuvre de la presse, elle se comprend aisément. Après avoir mis, sur le plateau, une plaque en cuivre puis le chapeau dont la tête passe par l'entrée de celle-ci et une seconde plaque métallique semblable à la première, on pousse le cylindre sous les presseurs ; on provoque ensuite la descente du plateau cintré, on serre et, finalement, on appuie la forme de de foule », il épousera petit à petit toutes les formes du moule. Le type le plus courant de la *presse à mettre en tournure* comprend un bâti en fonte à la partie supérieure duquel des oreilles et des boulons maintiennent la chambre de chauffe ; celle-ci reçoit un moule de forme appropriée sur lequel les couvre-chefs des soldats ou des officiers viennent prendre leur « tournure » définitive.

Le chapeau des « sammies » se trouve maintenant achevé ; des ouvrières s'en emparent alors pour poser les œillets de ventilation, les garnitures en cuir et y coudre des cordons appropriés aux grades de leurs futurs destinataires.

RAPHAEL SÉBILLOT

LES MOYENS D'ACTION DE NOS PORTS S'AMÉLIORENT ET SE DÉVELOPPENT

Par Alphonse CRIMAIL

Les progrès incessants de l'industrie et du commerce ont entraîné, conséquence inévitable, une augmentation considérable des moyens de transport destinés aux échanges entre les pays les plus éloignés, entre les métropoles et leurs colonies. L'architecture navale a réalisé, dans ces derniers vingt ans, des progrès étonnants ; les bateaux des grandes compagnies de navigation ont atteint des proportions immenses, pour ne citer que ceux de 32.000 tonnes.

Pour recevoir et abriter ces villes flottantes, ces cargos plus grands que des cathédrales, il faut des darses profondes, des quais démesurés ; pour loger et entreposer leurs énormes cargaisons, il faut des han-

LE NOUVEAU HANGAR CONSTRUIT PAR LA COMPAGNIE DES DOCKS DE MARSEILLE

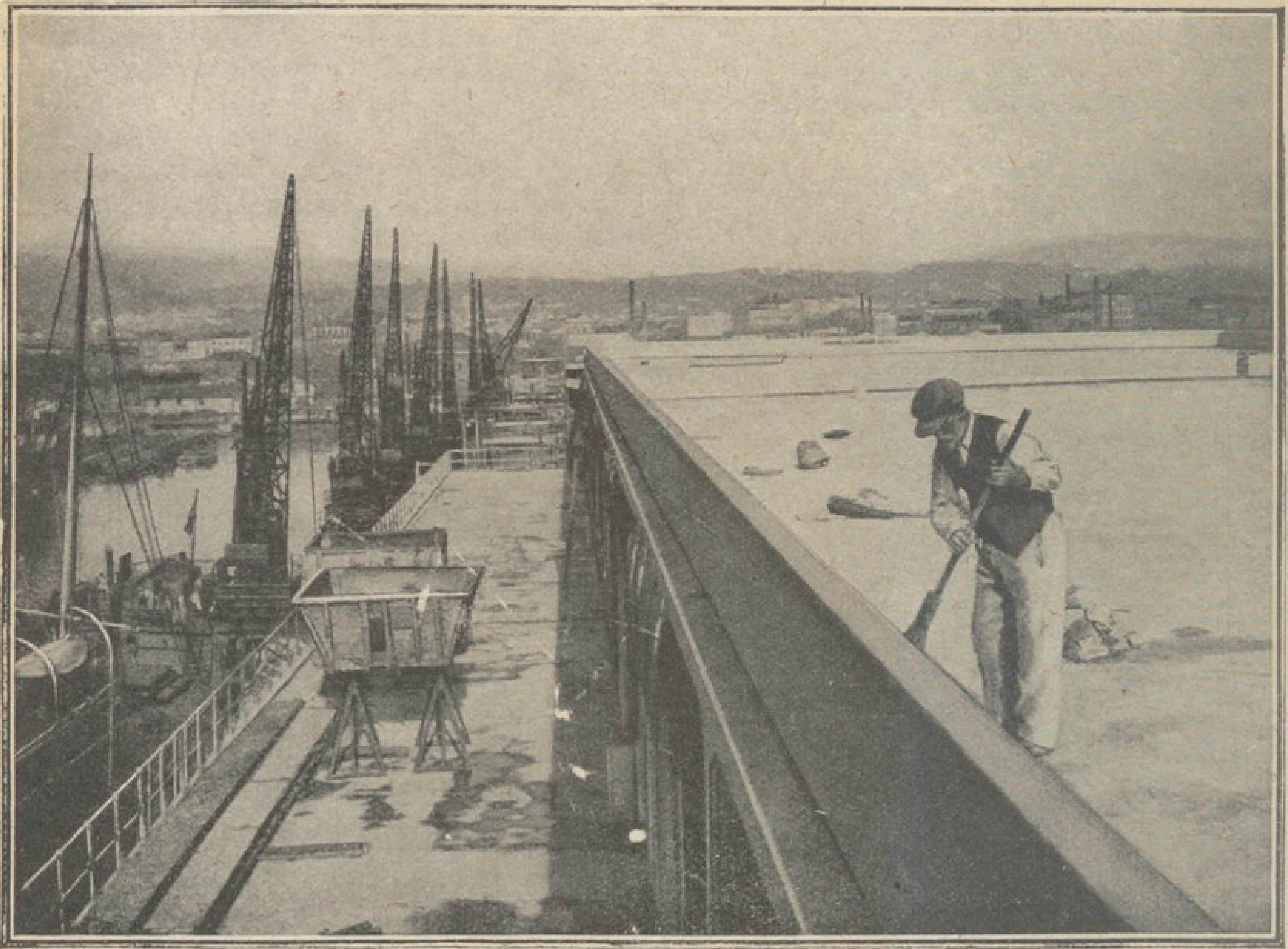
Ce hangar comporte à chaque étage une terrasse qui permet le déchargement rapide des marchandises à l'aide des élévateurs. Dans un but de symétrie architecturale, la façade dissimule le retrait de l'étage supérieur, très aisément visible sur la photographie.

gars et des magasins aux vastes dimensions, disposés de façon à offrir la plus grande surface couverte possible et aussi à favoriser la rapidité des opérations de déchargement et de manutention.

La dimension et l'étendue de ces hangars et entrepôts sont, naturellement, d'autant plus importantes qu'est grand le mouvement du port. Sur les quais et les môles du port de Marseille, le plus grand port français, la Chambre de commerce de la ville et la Compagnie des docks possèdent des hangars et des magasins qui représentent une superficie totale intérieure de près de 300.000 mètres carrés, susceptibles de recevoir plus de 250.000 tonnes de marchandises. Mais la plupart de ces bâtiments ne comportent qu'un rez-de-chaussée, d'une largeur intérieure de 25 à 37 mètres, fermé sur trois côtés et clôturé simplement, du côté du quai, par des barrières roulantes en bois, à claire-voie ; d'autre part, ces hangars ont été établis de manière que les charrettes puissent y pénétrer et y circuler librement, au détriment de la surface utilisable pour le logement des marchandises, qui s'y trouvent plus ou moins bien abritées des intempéries.

A Anvers, au Havre, on a été amené à établir sur les nouveaux quais des hangars de 50 à 60 mètres de largeur ; à Liverpool, où la largeur des terre-pleins fait défaut comme à Marseille, la plupart des quais comportent des hangars à étage. C'est dans cet ordre d'idées que les ingénieurs de la Compagnie des docks ont cherché le moyen d'utiliser au mieux l'espace qui leur est concédé, et ils ont procédé comme le font les architectes qui ont à construire dans des quartiers où le prix du mètre est très élevé : ils ont gagné en hauteur ce qu'ils ne pouvaient trouver en surface ; et, pour augmenter les logements, ils ont multiplié le nombre des étages.

Mais une grande difficulté se présentait : l'accès des étages supérieurs. On sait, en effet, que les navires, amenés à quai, sont déchargés à l'aide de grues ou d'élévateurs qui vont chercher la marchandise à fond de cale, l'enlèvent à la hauteur voulue et, tournant sur eux-mêmes ou basculant leur antenne, viennent la déposer sur le quai d'où

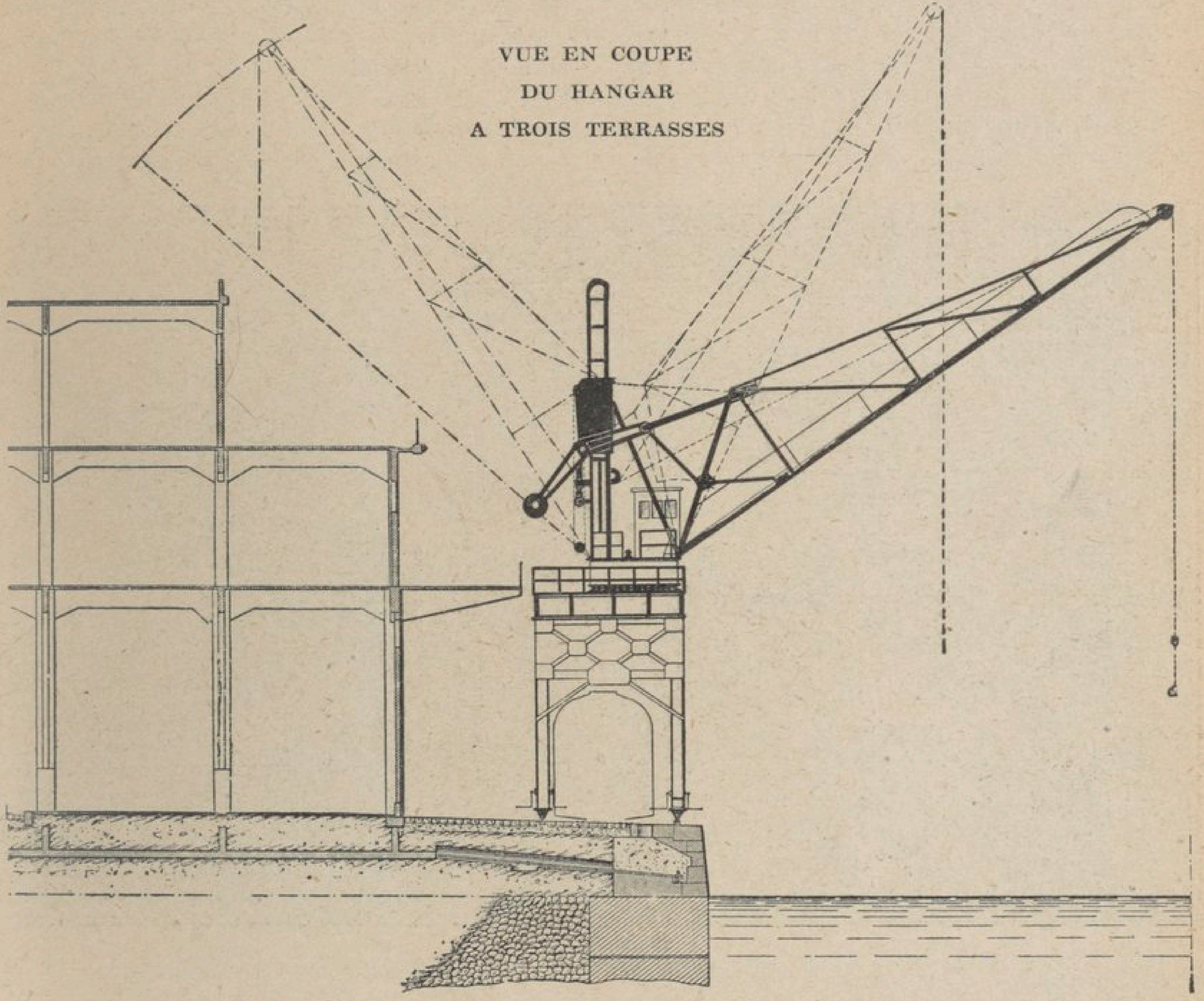


LE TOIT DE CE HANGAR CONSTITUE UNE IMMENSE TERRASSE HORIZONTALE

C'est là que seront exposées au soleil et ventilées les cargaisons de grains avariées par suite d'incidents de mer, qui sont malheureusement trop fréquents en ce moment.

des chemins roulants, métalliques ou en toile, qu'à Marseille on dénomme « fourmis », la transportent automatiquement à l'intérieur des hangars. Cette opération, facile et toute naturelle quand elle a lieu sur le quai, devient tout à fait impossible aux étages supérieurs dans lesquels on ne peut pénétrer que par des fenêtres où la grue, vaste plate-forme sur laquelle on peut répandre et exposer au soleil, pour être séchées, les cargaisons de grains qui auraient été abîmées pendant la traversée.

Les photographies et schéma qui accompagnent ces lignes représentent le nouveau hangar que vient de faire édifier, sur l'un des quais du bassin de la gare maritime, la



Suivant l'inclinaison donnée à la grue, il est possible de prendre la marchandise dans le bateau venu à quai pour le déchargement et de la déposer indifféremment à l'un des trois étages du hangar ou dans les wagons circulant sous l'appareil élévateur.

travaillant toujours perpendiculairement, ne saurait avoir pratiquement accès.

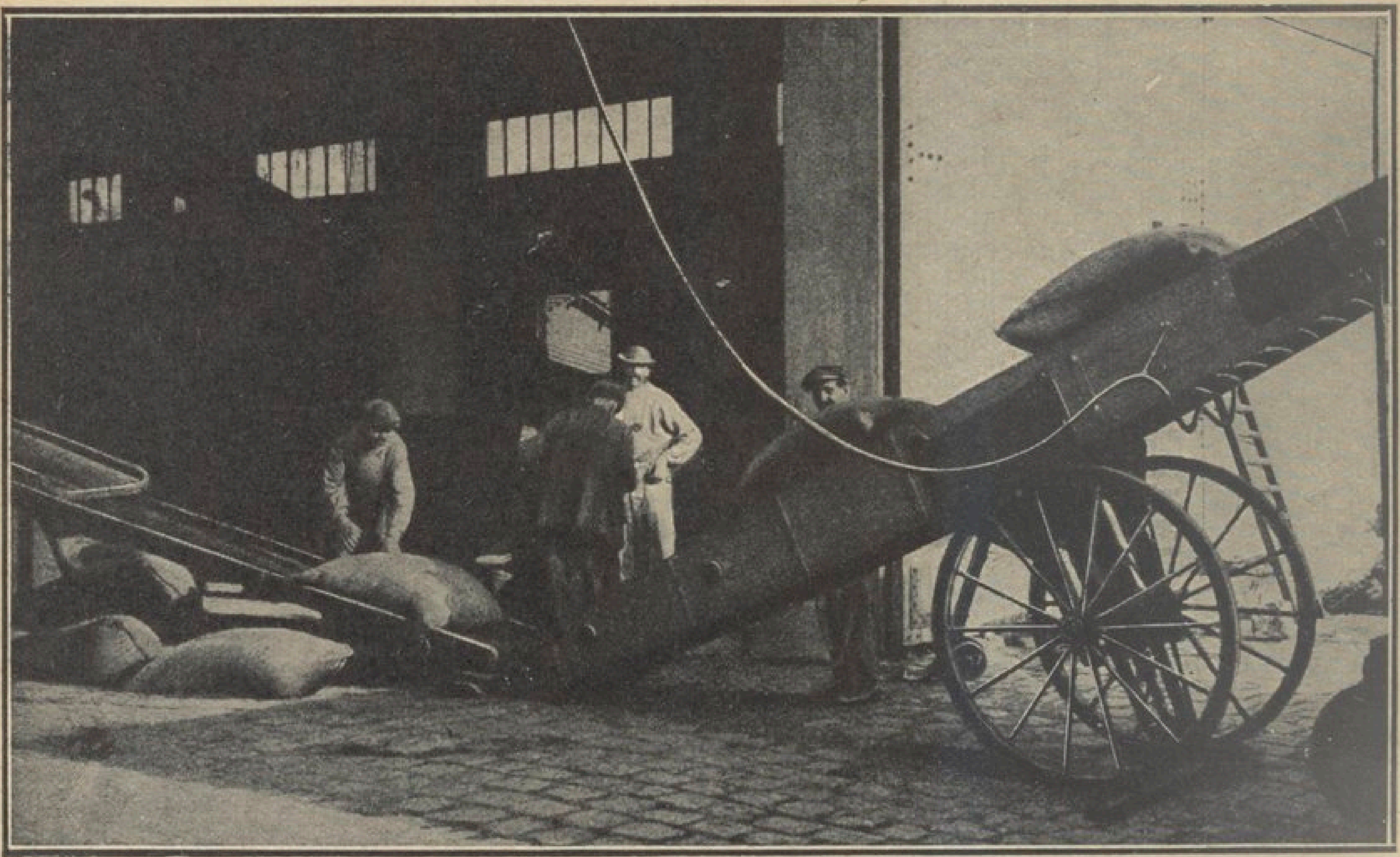
On a tourné la difficulté en construisant chaque étage en retrait sur l'étage inférieur, c'est-à-dire en ménageant à chaque étage une assez large terrasse sur laquelle la grue vient déposer la marchandise comme elle la déposait sur le quai, alors que le hangar ne comportait qu'un rez-de-chaussée. Sur ces terrasses sont disposés les chemins roulants qui transportent sans arrêt dans les magasins les sacs de céréales, principal objet du commerce méditerranéen. Le toit de l'édifice lui-même constitue une très Compagnie des docks et entrepôts de Marseille. Le dispositif en terrasses n'existe que d'un côté, celui qui borde le quai où accostent les navires et où se trouvent les grandes grues hydrauliques. La terrasse du premier étage, comme le montre la figure ci-dessus, est disposée en balcon faisant saillie sur la façade, de façon à laisser passage au-dessous d'elle à la voie ferrée et aux wagons qui viennent recevoir la marchandise en transit.

Grâce à ce dispositif d'architecture, les grues de grande dimension n'ont qu'à incliner plus ou moins leur antenne pour se trouver à l'aplomb de la terrasse sur laquelle

la marchandise doit être déposée. Suivant l'importance du navire à décharger, on amène une ou plusieurs de ces grues, qui peuvent circuler sur la voie ferrée établie le long du quai ; et, de la sorte, en un temps relativement court, beaucoup plus bref qu'autrefois, les cales les plus vastes, les plus profondes, les plus remplies, se trouvent vidées et leur contenu transporté et emmagasiné dans l'entrepôt, où on le laissera séjourner le moins longtemps possible, car, comme le temps, l'espace est de l'argent.

L'aménagement intérieur doit donc, lui aussi, être étudié dans ce but. Des escaliers extérieurs courent le long des façades ; d'autres, en colimaçon, à l'intérieur, permettent de circuler aisément dans toutes les parties de l'édifice. Ce vaste bâtiment, construit entièrement en ciment armé, est établi sur une semelle rigide et formant monolithe qui consolide les quais et le môle et en augmente la résistance. Pour faciliter la manutention et permettre le transport des sacs des étages supérieurs au rez-de-chaussée avec la plus petite main-d'œuvre possible, on a disposé des plans inclinés, véritables toboggans, dans lesquels la marchandise descend rapidement, entraînée par son propre poids. Arrivée au sol, elle est, en quelque sorte, cueillie par des appareils spéciaux, ces « fourmis » dont nous avons parlé plus haut, qui la conduisent sur les camions ou wagons qui l'emporteront au dehors.

On ne saurait trop louer les entreprises qui s'efforcent d'améliorer et de perfectionner l'outillage de nos ports de commerce et qui tendent ainsi à leur conserver ou à leur rendre la place à laquelle ils ont droit. Et, puisque nous avons pris dans le port de Marseille l'exemple qui fait l'objet de cette notice, il convient de dire que notre port phocéen tient de beaucoup la tête de tous les ports français, mais qu'il a été, malheureusement, distancé par des ports étrangers qu'il laissait autrefois bien loin derrière lui.



UNE « FOURMI » ÉLECTRIQUE CONDUIT LES SACS DANS LE WAGON

Par des glissières, les sacs descendent des étages supérieurs et sont pris par une large chaîne métallique sans fin dont les anneaux les transportent au point voulu.

Jusqu'en 1889, le port de Marseille était le premier de tous les ports du continent européen ; il a été dépassé par le port de Hambourg en 1890, par le port d'Anvers à partir de 1894 et par le port de Rotterdam en 1899. Le tonnage du port de Marseille n'a, certes, pas cessé de s'accroître, mais celui des cités rivales s'est accru aussi, plus rapidement et dans de plus grandes proportions, si bien que notre premier port français n'arrive plus aujourd'hui qu'en quatrième ou cinquième rang, ce qui est très fâcheux.

Alphonse Crimail

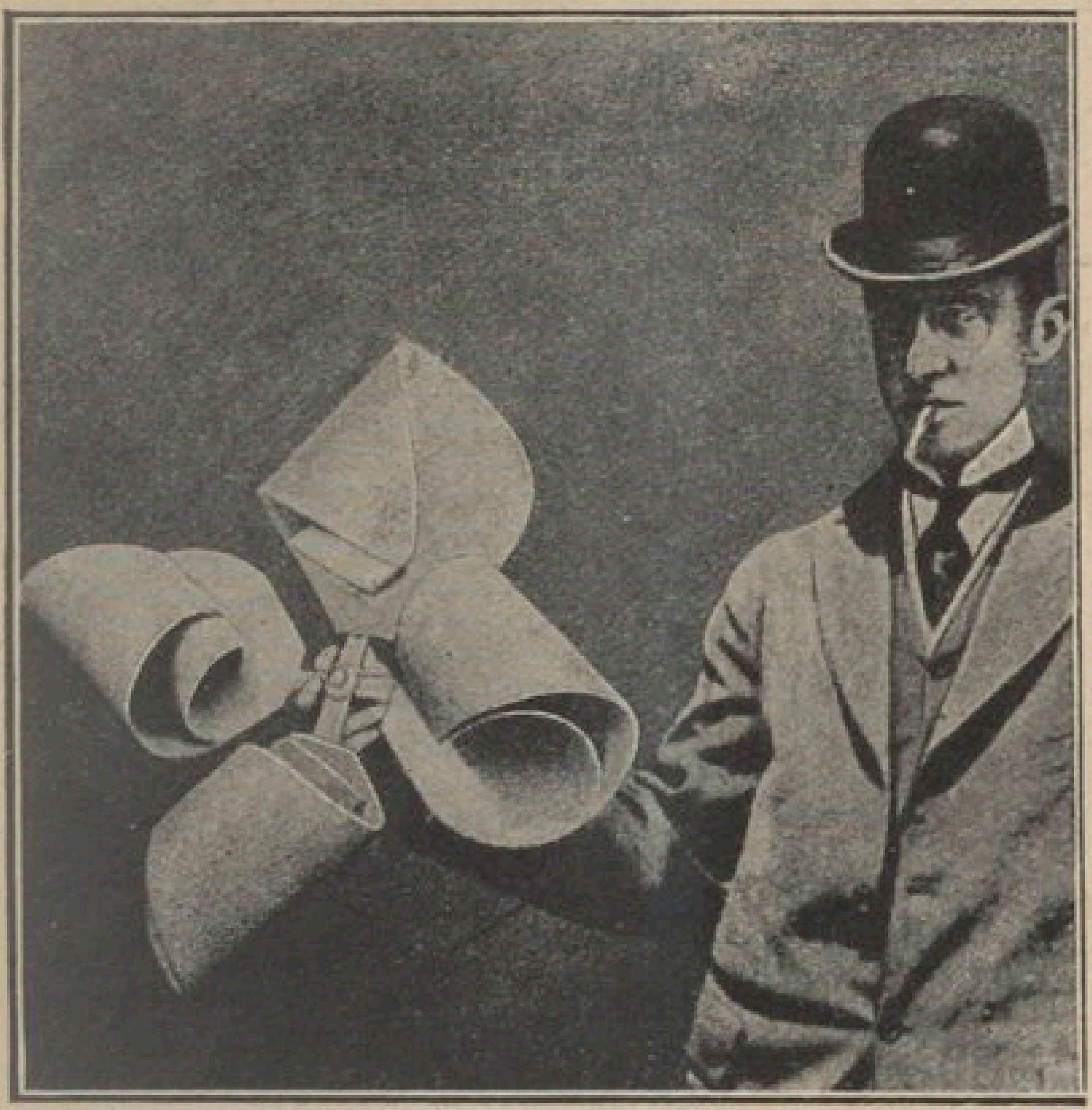
LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Ventilateur qui ne fait pas de vent.

NOTRE confrère, le *Scientific American*, de New-York, a présenté récemment ce curieux appareil à ses lecteurs en faisant remarquer combien la forme de ses ailettes était différente de celle sous laquelle



LE VENTILATEUR EN FEUILLES DE TOLE

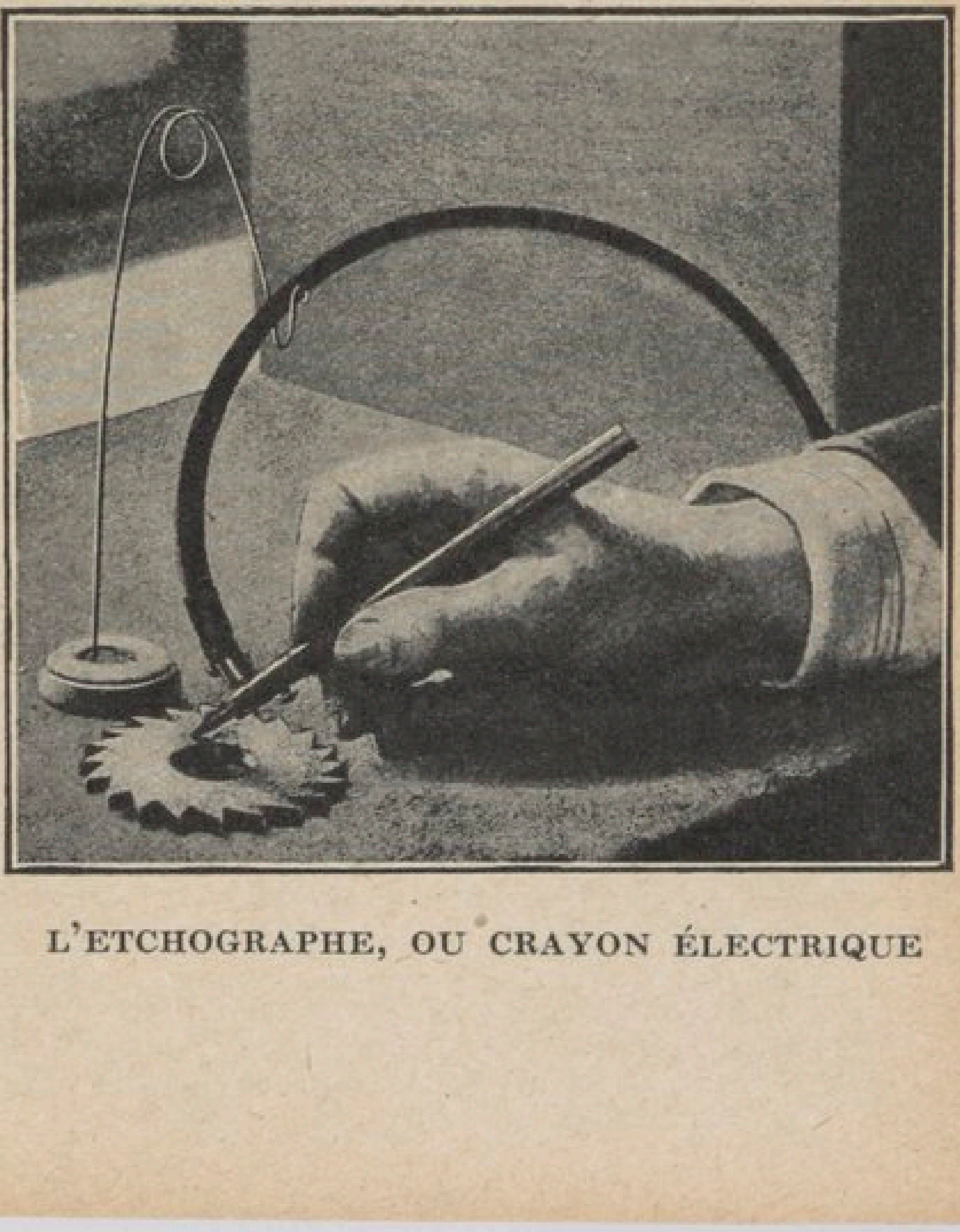
nous nous les représentons d'ordinaire. Au lieu d'être des branches d'hélice, ces ailettes sont, en effet, des triangles de tôle roulés sur eux-mêmes en cylindres. Lorsque le ventilateur est amené à fonctionner près d'un plafond, leur rotation crée un appel d'air très doux dirigé de bas en haut, contrairement aux appareils ordinaires qui, dans les mêmes conditions, projettent l'air violemment de haut en bas. L'inventeur prétend que ce système de ventilation est très supérieur à l'ancien en ce qu'il favorise et accélère l'ascension naturelle de l'air chaud et crée, par conséquent, un appel d'air frais au lieu de rabattre vers le plancher l'air chaud et vicié qui, normalement, s'accumule dans les couches supérieures de l'atmosphère des salles ou chambres closes. D'autre part, ce courant d'air est si doux que la poussière n'est même pas soulevée du plancher ; l'aération se fait donc dans des conditions plus hygiéniques. Le nouveau ventilateur fonctionne déjà dans plusieurs administrations, restaurants, bureaux et ateliers américains, où l'on semble s'accorder pour lui reconnaître de très réels avantages.

Un crayon pour écrire en creux dans le fer et dans l'acier.

QUAND on désire marquer une pièce de fer ou d'acier, un outil, par exemple, d'une manière indélébile, on utilise généralement la gravure à l'acide, qui permet l'inscription de n'importe quelle marque ; cette gravure, cependant, n'attaque pas profondément le métal ; c'est aussi un procédé peu rapide. D'un autre côté, le poinçonnage exige un poinçon pour chaque marque, autant de poinçons qu'il existe de lettres dans l'alphabet, de chiffres, de signes de ponctuation, etc., et, suivant qu'on veut effectuer des marques dans un corps plus ou moins grand, plusieurs séries de poinçons.

C'est pourquoi il faut reconnaître un grand avantage à la méthode récemment inventée par un Américain, M. William Brester, de New-York, et qui met en œuvre un instrument baptisé « etchographe », permettant de graver profondément dans le métal et sans aucune préparation toute inscription particulière ou marque spéciale désirée.

L'etchographe, ou crayon électrique, est



L'ETCHOGRAPHE, OU CRAYON ÉLECTRIQUE

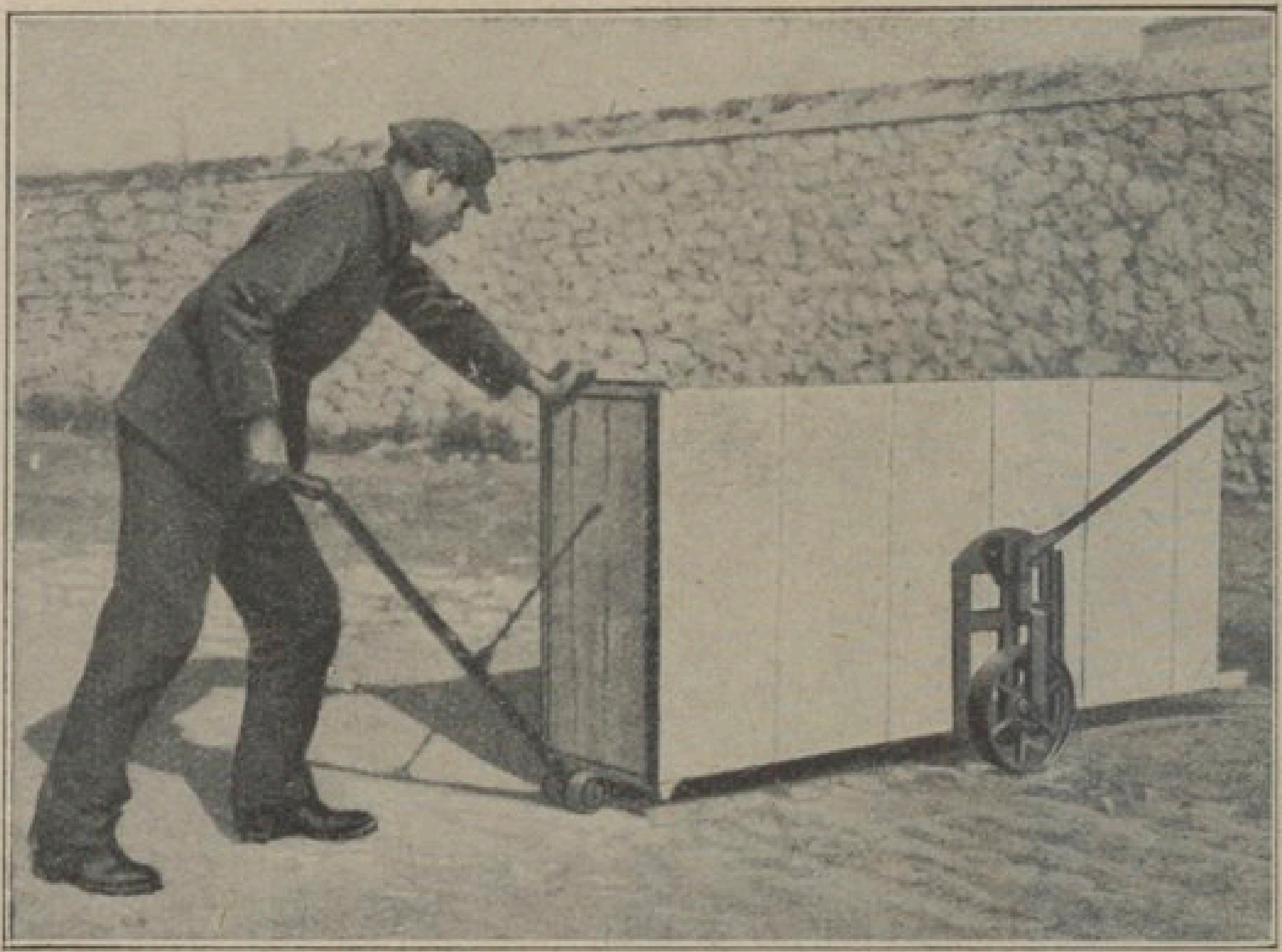
une sorte de poinçon en cuivre terminé en pointe, il est relié par un câble souple à un transformateur réducteur de tension ou dévolteur, qui peut, à son tour, être connecté à une source de courant alternatif au moyen d'une prise de courant munie d'une douille de lampe ordinaire. Lorsqu'on ne dispose pas de courant alternatif, on peut utiliser le courant continu, mais en le transformant au moyen d'un petit convertisseur rotatif.

Du secondaire (partie basse tension) de ce transformateur partent deux conducteurs dont l'un est connecté à une plaque métallique sur laquelle est placée la pièce à graver, et l'autre est relié au crayon. Ce dernier est entouré jusqu'au point de liaison du câble alimentaire à l'instrument d'une gaine isolante en ébonite; le poids du câble souple est supporté par un crochet qui peut être mobile, comme celui représenté sur notre photographie.

Le fonctionnement de l'etchographe est simple à expliquer : en pressant la pointe de cuivre sur le métal à graver, on ferme automatiquement le circuit de l'instrument. Par suite de la résistance électrique relativement puissante de l'acier et de la grande intensité qui parcourt le circuit, une très haute température est développée au point de contact; elle est suffisante pour fondre superficiellement l'acier là où est promenée la pointe de cuivre ; celle-ci ne s'échaufferait pas autant puisque le cuivre est bien meilleur conducteur de l'électricité que l'acier; mais, sous la chaleur développée au point de contact, elle fond également quelque peu et laisse au fond du sillon creusé dans l'acier un dépôt noir d'oxyde de cuivre. La profondeur du sillon peut être rendue variable en réglant la résistance d'un rhéostat approprié. Recevant un courant de 110 volts 60 périodes sous 1 ampère ½ à 2 ampères, le transformateur débite un courant de 2 volts sous 20 ampères. L'etchographe peut marquer d'une façon indélébile tous les aciers durs tel que l'acier rapide des outils. En somme, ce curieux petit instrument fonctionne un peu à la façon des appareils employés pour la soudure électrique, à laquelle nous avons consacré dans ce numéro un article complet et très documenté. Il est d'un emploi très facile.

La brouette " Fix ".

Dans les magasins ou entrepôts de nos gares et de nos ports de commerce, dans les docks et dans les usines, il n'est pas rare d'avoir à déplacer des colis, des fardeaux, des caisses d'un poids souvent considérable et d'un encombrement tel que la petite brouette à deux roues, vulgairement désignée sous le nom de « diable », ne saurait être employée. Il faut alors avoir recours à des grues plus ou moins puissantes, et si celles-ci ne peuvent être amenées à portée, on en est réduit à glisser, non sans peine, au-dessous de l'objet à déplacer des rouleaux dont la manœuvre est difficile et qui rendent très pénible et très longue la manutention.



MANŒUVRE DE LA BROUETTE DE M. HARRASSOWITZ

Pour faciliter cette manutention, M. Harrassowitz dispose un petit appareil à roue unique de chaque côté de la caisse à transporter, de telle sorte que cette caisse devient chariot ellemême et se déplace ainsi très aisément. Cet appareil, très simple, qui a reçu le nom de brouette « Fix », se compose d'une solide roue métallique sur le moyeu de laquelle est monté un bâti dont la partie latérale se termine dans le bas par un fer à cornière. Ce châssis, à l'aide d'un excentrique et d'un levier, peut s'élever latéralement à la roue. Le mode d'emploi de ce petit chariot porteur est le suivant :

Le levier étant abaissé, le châssis est descendu et la cornière touche terre ; on l'approche alors d'un des côtés de la caisse sous lequel on glisse la cornière. Le levier est alors relevé et rabattu en sens inverse ; dans ce mouvement, il entraîne l'excentrique qui soulève le châssis ainsi que la caisse qui s'appuie sur la cornière. La même manœuvre se fait avec une autre roue sur le côté opposé et la caisse, ainsi soulevée, est prête à être déplacée. Mais il faut la mettre en équilibre et, pour faciliter la manœuvre, la suspendre en quelque sorte sur trois points également mobiles ; pour cela, on glisse, sous un troisième côté, le petit bras d'un grand levier coudé, monté, à ce coude, sur deux petites roues. Une tige, suffisamment résistante, est interposée entre le levier et la caisse pour empêcher que le poids de celle-ci ne ramène

contre elle le grand bras du levier et pour éviter ainsi à l'ouvrier qui conduit tout autre effort que celui de pousser et de diriger.

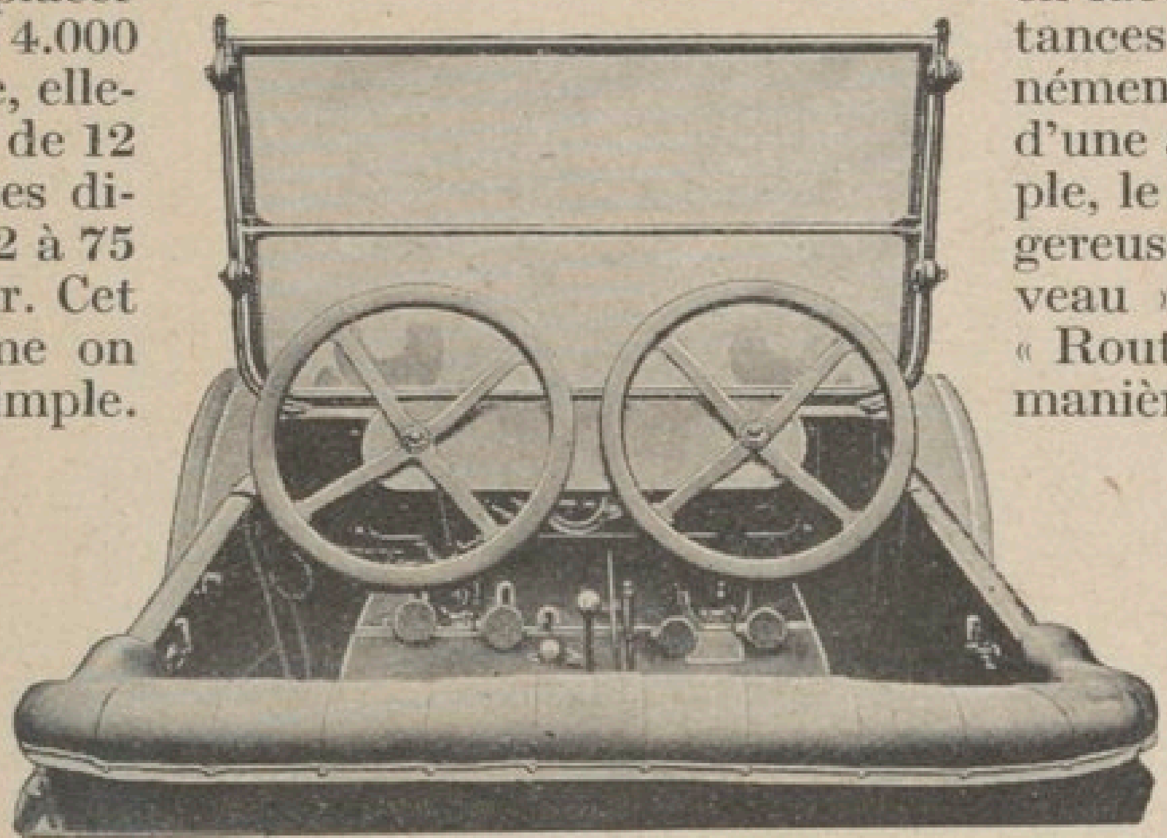
Cette brouette, peu encombrante et dont la mise en place et la manœuvre sont très rapides, permet de déplacer des charges de 1.000 à 4.000 kilogrammes; elle pèse, elle-même, suivant les cas, de 12 à 32 kilogrammes et ses dimensions varient de 32 à 75 centimètres de hauteur. Cet instrument est, comme on vient de le voir, très simple.

Pour former de bons chauffeurs d'autos.

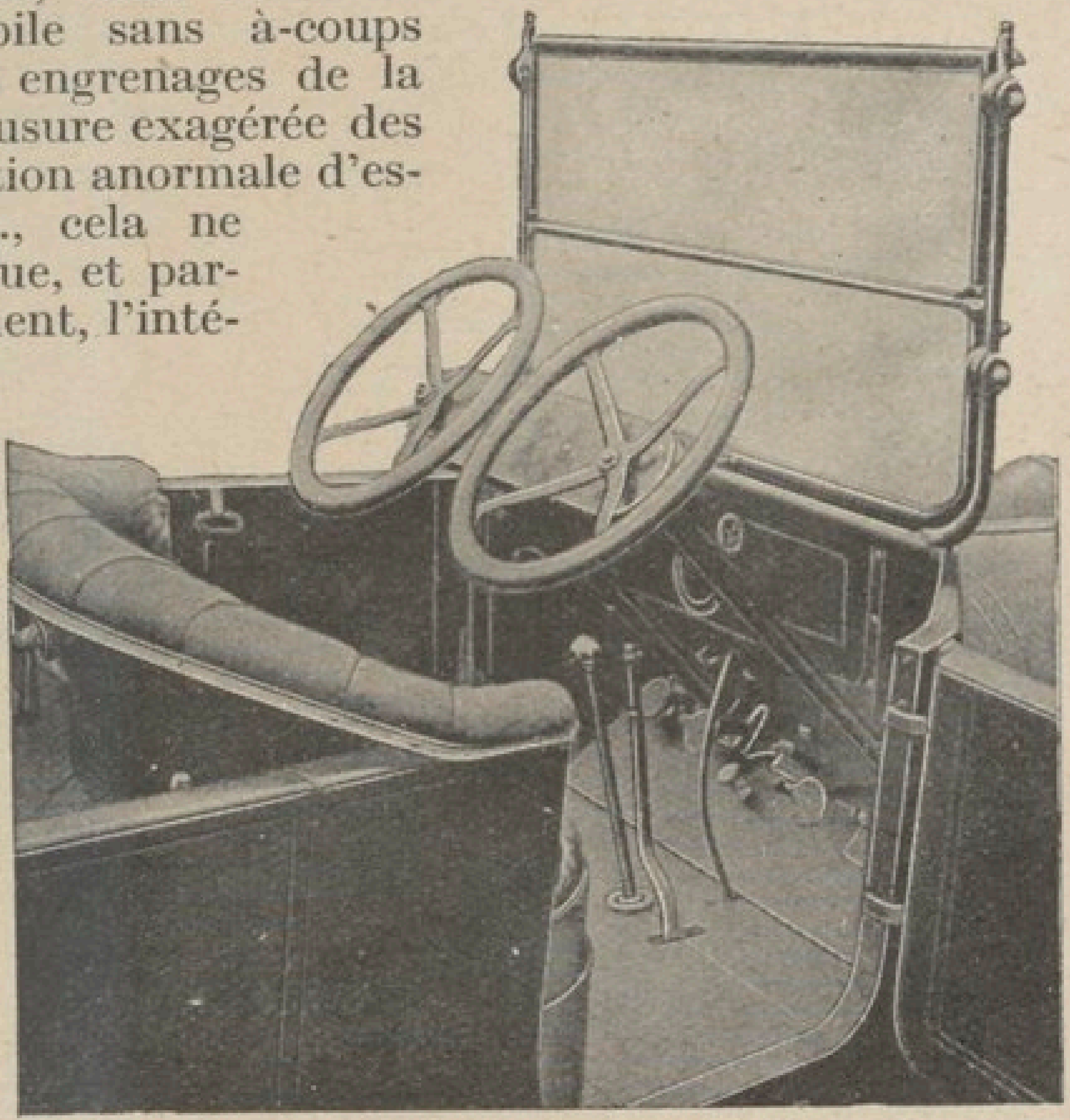
L'ART de conduire convenablement une automobile ne s'acquiert pas au bout d'une ou deux leçons, n'en déplaise aux fanfarons auxquels « il n'en a pas fallu tant que cela pour se lancer à travers les rues de Paris » et d'ailleurs. Apprendre à démarrer, changer de vitesse, ralentir et s'arrêter, n'exige guère plus d'une heure pour une personne d'assimilation moyenne, mais conduire une voiture automobile sans à-coups pour le moteur ou les engrenages de la boîte de vitesse, sans usure exagérée des freins, sans consommation anormale d'essence et d'huile, etc., cela ne s'apprend qu'à la longue, et parfois jamais si, notamment, l'intéressé a fait fi des leçons et conseils qui lui ont été donnés à ses débuts ou si ces conseils lui ont fait tant soit peu défaut.

Quand on considère qu'un conducteur d'automobiles imparfait peut occasionner de graves accidents de personnes et, sans aller aussi loin, peut abréger considérablement l'existence d'une voiture, on conviendra que rien ne devrait être laissé de côté pour accroître la valeur de l'enseignement donné aux apprentis chauffeurs et surtout aux conducteurs amateurs.

Les premières leçons pratiques ne devraient être faites qu'avec des voitures au ban fixe, c'est-à-dire soulevées de terre et maintenues de manière à ce que leurs roues puissent tourner sans que la voiture avance. En avant de ces véhicules serait installé un système de signaux au moyen duquel un instructeur mettrait pratiquement l'élève en face de toutes les circonstances qui surgissent inopinément pendant la conduite d'une automobile. Par exemple, le signal « Descente dangereuse » ou « Passage à niveau » succéderait au signal « Route libre et plate », de manière que l'élève se trouve obligé de prendre brusquement une décision rapide quant aux manœuvres qu'il lui faut exécuter, tant pour se conformer aux nouvelles conditions de route que pour prévenir un accident. Cela l'habituerait à envisager toutes les circonstances critiques et à y parer automatiquement quel que soit l'ordre dans lequel elles se présentent et leur soudaineté, quelle que soit également l'imminence du danger qu'elles peuvent représenter. Parvenu au degré d'avancement voulu, il pourrait effectuer des sorties sur une voiture libre mais munie de deux directions jumelées et d'un double jeu asservi de leviers et de pédales de commande. Nos photographies montrent une installation de ce genre réalisée aux Etats-Unis. Ainsi, l'instructeur pourrait, tout en laissant à l'élève l'initiative de toutes les manœuvres et le soin de piloter la machine, conserver à tout instant le contrôle de celle-ci, et le candidat chauffeur pourrait se risquer immédiatement dans les artères très fréquentées, puisque les manœuvres maladroites ou impropres qu'il serait susceptible de commettre ne pourraient avoir aucune suite. Il conserverait ainsi une assurance et une confiance en lui-même qui lui manqueraient s'il se savait seul ou non contrôlé et qui, en lui évitant la tension nerveuse et dange-



LES DEUX VOLANTS DE DIRECTION DE L'AUTO



EN PLUS DES DEUX VOLANTS, TOUS LES ORGANES DE COMMANDE SONT DOUBLES

Il faut en excepter toutefois le frein à main et le levier de changement de vitesse.

reuse du débutant trop tôt livré à ses propres moyens, lui rendrait plus facile l'assimilation des conseils de son instructeur et moins pénibles ses premières leçons.

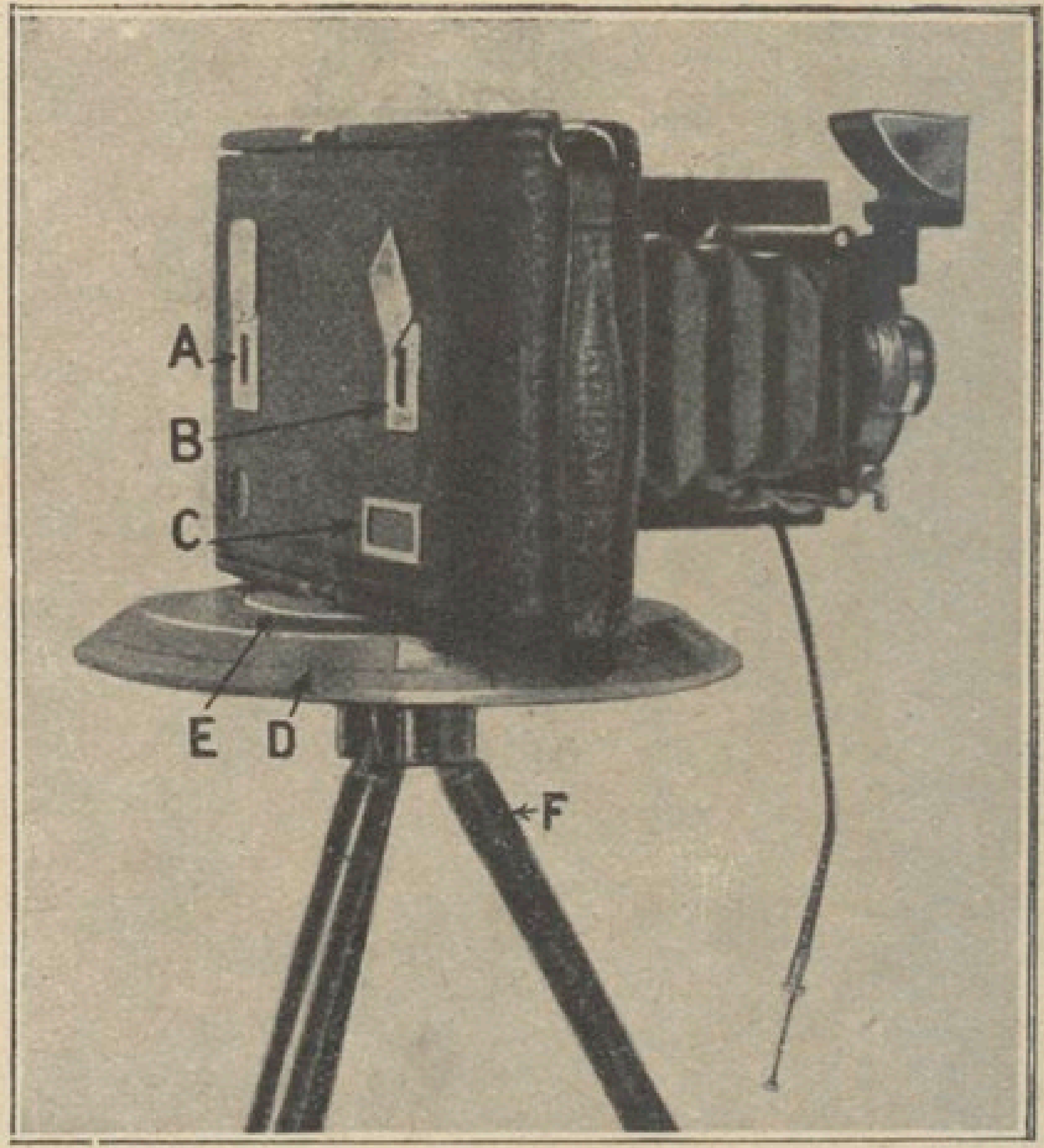
Kodak transformé en appareil panoramique.

Les modifications n'intéressent même pas, à proprement parler, l'appareil, mais seulement la plaque postérieure qui, dans le Kodak, ne sert qu'à permettre le renouvellement des bobines de film et n'est percée que du viseur par lequel on observe les numéros des sections de film correspondant à chaque cliché et, dans les appareils autographiques, d'une fenêtre utilisée pour inscrire sous chaque image impressionnée telle légende ou telles indications désirées.

En nous reportant à la photographie de l'appareil, on voit immédiatement que les modifications en question sont représentées par deux fenêtres rectangulaires percées dans la plaque postérieure en *A* et *B* et ayant leurs arêtes parfaitement dressées grâce à un revêtement métallique; elles sont percées dans le même plan suivant le grand axe de l'appareil et à égale distance des petits côtés. Elles sont séparées par un intervalle égal à la grande dimension du format de l'instrument et sont munies d'un volet permettant d'assurer leur complète obturation quand elles ne sont pas utilisées.

Sous la fenêtre *B*, nous voyons une autre ouverture rectangulaire *C;* elle sert à observer le numéro du film lorsque l'appareil est employé pour tirer des vues panoramiques, car le viseur ordinaire ne peut plus alors remplir ce rôle, qui devient important.

L'instrument doit être placé sur son trépied *F* et, bien entendu, horizontalement, mais avec interposition d'un disque *D* en aluminium, à profil tronconique, parfaitement dressé; ce disque se visse directement sur le trépied aux lieu et place de l'appareil, mais il porte lui-même en son centre, sur l'autre face, une tige filetée pour assujettir l'instrument et lui servir en même temps de pivot. Le disque *D* est surmonté d'une sorte de calotte concentrique *E* pouvant tourner avec l'appareil autour de la vis centrale; la précision de ce mouvement est favorisée par une rainure circulaire creusée dans la face inférieure de *E* et épousant une saillie également circulaire de *D*. Les périphéries respectives du disque et de la calotte portent des divisions correspondant aux différents angles d'ouverture du champ de la lentille et d'autres graduations correspondant aux différentes distances focales, c'est-à-dire aux différents réglages de la mise au point. L'étendue du champ variant en raison inverse de la distance focale, on comprend que, pour toutes les valeurs de la mise au point, et si l'on veut que toutes les images se raccordent, il faut que l'appareil soit tourné, après la prise de chaque vue, d'un angle toujours égal et correspondant à l'étendue du champ de la lentille, d'où la nécessité d'avoir des repères qui permettent d'effectuer cette opération pour toutes les valeurs de la distance focale.



APPAREIL KODAK MODIFIÉ POUR LA PRISE DES VUES PANORAMIQUES

Ces modifications n'intéressent que la plaque postérieure de l'appareil et consistent en trois fenêtres A, B *et* C. *L'instrument doit être monté sur un trépied* F *avec interposition d'un disque* D *et d'une calotte* E *portant des repères servant à orienter l'appareil sous les différents angles correspondants aux clichés successifs qui concourent à former l'image.*

Après avoir monté l'appareil comme il vient d'être indiqué, on le place aussi exactement que possible de niveau, ce dont on peut juger à l'œil en faisant tourner l'appareil autour de son pivot. On le dispose ensuite à la position correspondant à la première vue de l'image panoramique que l'on désire obtenir, cette image étant prise dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire de gauche à droite. On tourne alors le disque *D* de manière à amener une de ses divisions à coïncider avec le zéro de la calotte *E*, puis on l'immobilise au moyen de la vis du trépied. On tire alors, de la manière ordinaire, le premier cliché. A l'aide d'un crayon finement taillé, on trace ensuite une ligne sur la bande de papier qui recouvre le film, le long de l'arête droite de la fenêtre *A*, puis on déroule le film jusqu'à apercevoir le trait de crayon dans la seconde fenêtre *B* et à l'amener à coïncider avec l'arête droite de

IMAGE PANORAMIQUE PRISE PAR UN KODAK MODIFIÉ ET FORMÉE DE TROIS PHOTOGRAPHIES SUCCESSIVES RACCORDÉES

L'appareil a d'abord pris la vue de gauche, puis, avec la même mise au point, c'est-à-dire avec le même champ, la vue du milieu et enfin celle de droite. Les trois sections de film correspondant à l'image totale, n'étant séparées par aucun espace vierge, ne forment qu'un seul et même cliché négatif représentant la vue désirée sans aucune distorsion.

cette ouverture. Cette opération n'exige aucun soin particulier ni lenteur exagérée tant qu'on n'a pas vu apparaître le numéro 2 du film dans l'ouverture *C;* mais, dès que ce numéro est aperçu, il faut dérouler doucement car le trait de crayon n'est pas loin d'apparaître. Après que le premier cliché a été tiré, on ne peut plus observer le numéro des films dans le viseur ordinaire, car l'intervalle séparant les centres de deux clichés consécutifs est plus petit puisqu'il n'y a plus d'espace vierge entre les images, celles-ci devant se raccorder exactement. L'ouverture *C* permet également à l'opérateur de connaître à tout instant combien de clichés ont été pris. En effet, après que le premier cliché a été tiré et que le film a été déroulé, le numéro 1 apparaîtra à l'extrême droite de *C*, le numéro 2, après la prise du second cliché, apparaîtra à environ 9 millimètres et demi de l'arête droite, et ainsi de suite au fur et à mesure que seront impressionnées les images.

Il faut ensuite tourner l'appareil vers la droite, en même temps que la calotte *E*, d'une quantité correspondant à l'angle d'ouverture du champ de la lentille pour la distance focale correspondant à la mise au point, de manière que l'extrémité gauche du nouveau champ se raccorde exactement avec l'extrémité droite de l'ancien. On considère ce résultat obtenu quand la ligne index de *E* coïncide avec la seconde division de *D*. On tire alors le second cliché et le cycle des opérations décrites est répété jusqu'à ce que le nombre désiré de photographies successives devant participer à la vue panoramique ait été obtenu. On peut, de cette manière, photographier un panorama complètement fermé sur lui-même, c'est-à-dire couvrant un champ circulaire de 360 degrés.

On comprend que, par ce procédé, chaque image individuelle est une image parfaite ne pouvant présenter la distorsion qui caractérise les vues obtenues avec la plupart des appareils panoramiques. Lorsque l'opération est conduite avec soin, le raccord entre deux images consécutives n'est représenté que par une fine ligne grise qui ne saurait nuire à la beauté de l'ensemble et qu'on peut d'ailleurs faire disparaître par une retouche adroite. L'inventeur du curieux procédé que nous venons de décrire est M. George S. Blankenhorn, de Milwaukee (Etats-Unis).

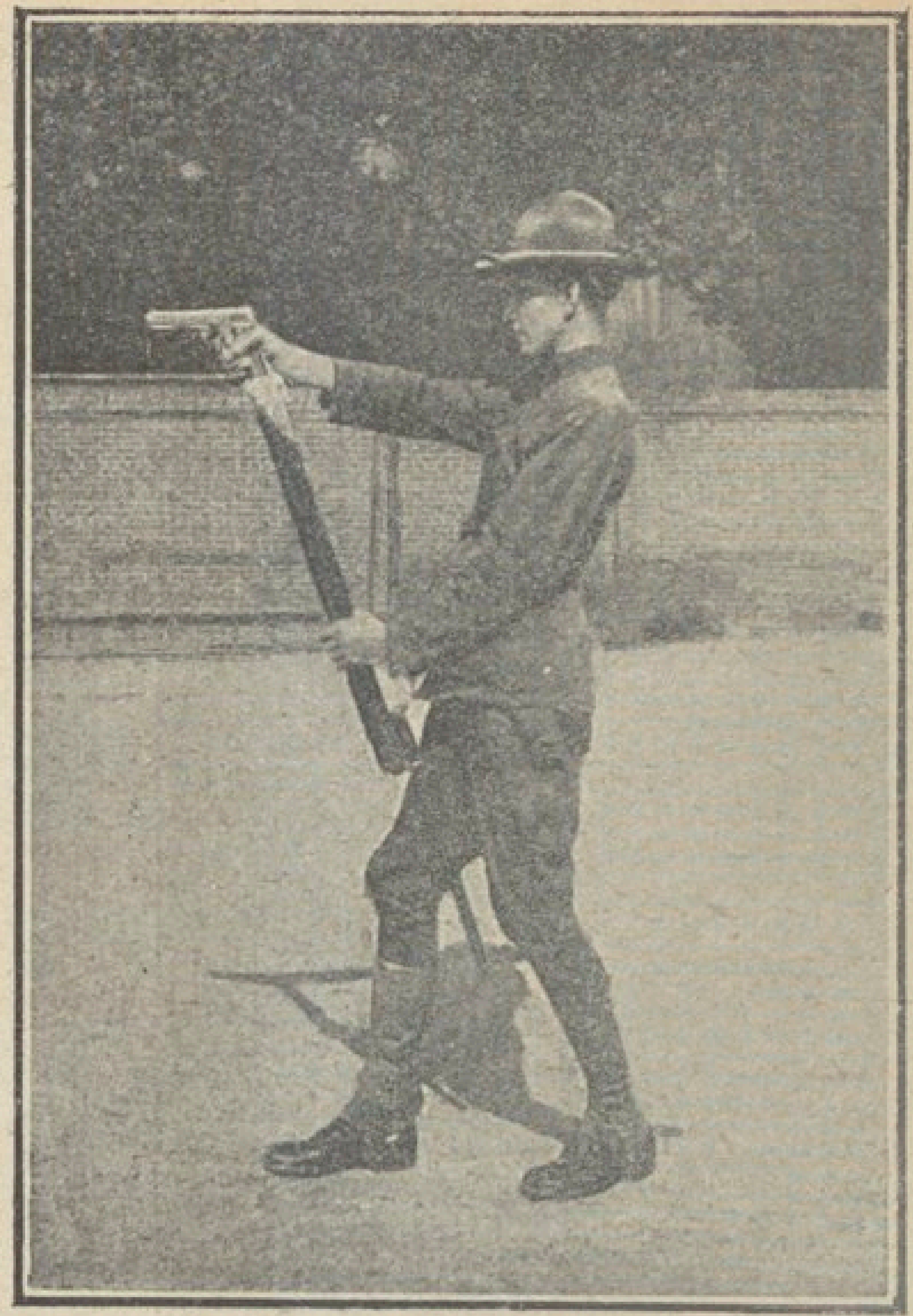
Les modifications à la plaque postérieure de l'appareil photographique peuvent être apportées facilement par un amateur adroit ou un mécanicien de précision. Quant au disque et à sa calotte, il nous paraît qu'ils peuvent être remplacés par deux disques plats concentriques et superposés, plus simples à réaliser, le disque supérieur étant en retrait du

disque inférieur et les arêtes de ces deux pièces étant chanfreinées pour faciliter les réglages dans la plus large mesure.

Une arme nécessaire pour le nettoyage des tranchées.

Un Américain de Washington, M. Cooke, a conçu une arme nouvelle répondant à deux buts : d'abord, procurer un support pour la baïonnette, puis donner à celui qui en est muni la possibilité de tirer sur l'adversaire d'une façon pour ainsi dire ininterrompue. Ce double objet est réalisé très simplement par une sorte de fût ou manche pouvant, à une extrémité, recevoir une baïonnette et, à l'autre extrémité, un pistolet automatique, qui, par son approvisionnement inusité de cartouches (logées à l'intérieur du manche), pourrait, logiquement, être qualifié de pistolet-mitrailleur.

Voici la description succincte de cette arme : le corps est une sorte de canon ou tube dans lequel peuvent trouver place quatre chargeurs, davantage même, si l'on juge utile d'augmenter la longueur. Les chargeurs sont introduits dans le tube à la base de l'arme (extrémité où se fixe la baïonnette) et par la partie évasée d'une fente, qui s'étend sur presque toute la longueur du canon. Ils sont maintenus en position par des bandes métalliques qui bordent les deux côtés de la fente, ainsi que par des doigts à ressort faisant pression sur chaque chargeur. Le pistolet automatique est maintenu en position à l'extrémité opposée du canon au moyen d'un crampon qui peut être desserré et rabattu très rapidement de manière à dégager l'arme si, éventuellement, on désire l'utiliser de la manière ordinaire.



RETOURNÉE, ELLE SUBSTITUERAIT A L'ARME BLANCHE UN PISTOLET AUTOMATIQUE

CETTE ARME NOUVELLE REMPLACERAIT LE FUSIL COMME SUPPORT DE BAÏONNETTE

Pour faire passer le chargeur de tête du tube-magasin dans le logement du pistolet, il suffit au tireur de repousser rapidement en avant l'index de la main gauche, lequel est engagé d'abord dans la fente. Lorsque les sept cartouches de ce chargeur ont été tirées, le système d'éjection automatique du pistolet relâche le chargeur vide qui retombe dans le tube-magasin, mais, cette fois, pour en être immédiatement expulsé, car il heurte en tombant une sorte de doigt l'obligeant à sortir de la fente et à laisser le chemin libre pour le deuxième chargeur ; celui-ci est alors poussé en position, c'est-à-dire introduit dans le pistolet, et le cycle de ces opérations très simples se reproduit sans variation jusqu'à ce que le canon soit vide de chargeurs. Quelques secondes suffisent alors pour refaire le plein du magasin, opération qu'il est possible au porteur de l'arme d'effectuer dans l'obscurité complète avec autant d'aisance qu'en plein jour.

A l'autre bout du tube on fixe la baïonnette.

V. Rubor.

LES OPÉRATIONS MILITAIRES
LA DÉFECTION COMPLÈTE DE LA RUSSIE

Les opérations militaires proprement dites ont quelque peu chômé pendant la période écoulée. Il convient de dire que le mauvais temps n'est pas étranger à cette stagnation. Sur le front franco-britannique, il n'y a guère à signaler que quelques actions d'envergure limitée, dans les parages de Bullecourt, aux environs de Flirey et dans notre secteur de Champagne.

Nos soldats ont cueilli de magnifiques lauriers en Italie ; la victoire qu'ils ont remportée au Monte Tomba est une preuve de l'aide efficace qu'ils sont appelés à apporter à nos alliés italiens. Quant à la Russie, elle est en « état de paix » avec les empires du Centre.

Aucune nouvelle sensationnelle ne nous est parvenue du front de Macédoine ; par contre, les Anglais ont consolidé leurs positions au nord et à l'ouest de Jérusalem ; en Mésopotamie, ils ont réalisé des progrès.

Sur mer, les sous-marins allemands ont redoublé d'activité et, également, de barbarie ; ils ont envoyé par le fond quelques unités alliées de fort tonnage et coulé un navire-hôpital anglais. L'événement le plus impressionnant de la période qui nous occupe a été le raid effectué sur Paris par les trop célèbres « gothas » allemands ; si cette incursion aérienne, sans caractère militaire, a fait de nombreuses victimes, elle a fortifié la magnifique fermeté d'âme et l'abnégation des habitants de la capitale.

Sur le front franco-britannique.

Nous sommes arrivés à une phase des hostilités où les événements politiques, les embarras économiques influent à ce point sur les situations militaires, que les vérités de la veille risquent fort de ne plus être celles du lendemain, que les probabilités puissent apparaître le jour suivant comme des impossibilités. Ces observations préliminaires s'appliquent — il est à peine besoin de le dire — non à la coalition de l'Entente, mais à celle de la Quadruplice.

L'effondrement du front russe, effondrement qu'il faut tenir pour définitif si l'on veut raisonner sagement, a permis au clan féodal et militaire prussien de rechercher à nouveau la réalisation des ambitieux projets qu'il avait conçus en 1914, en engageant la lutte.

GÉNÉRAL BRULARD

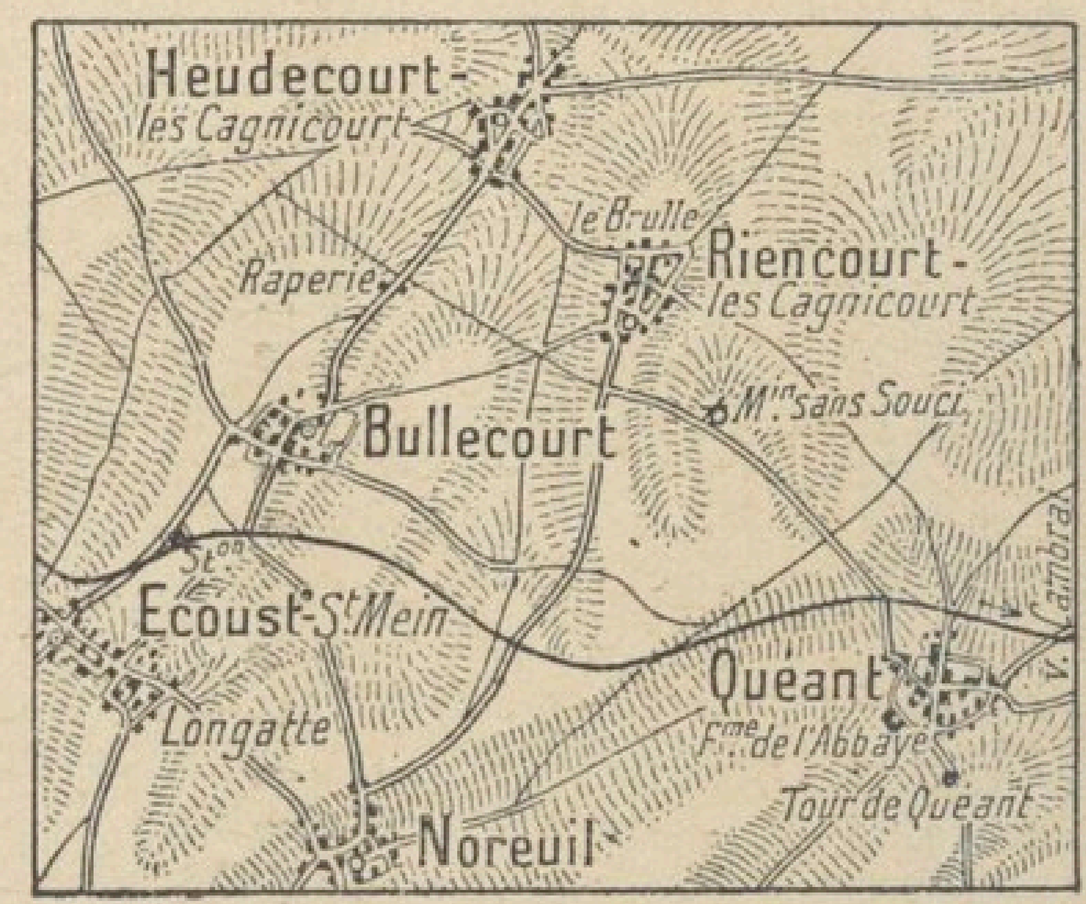
Commandant l'une des armées françaises du front occidental, promu grand-croix de la Légion d'honneur.

La grande offensive de nos ennemis, on en parle couramment depuis des semaines, dans les journaux neutres, dans la presse berlinoise et viennoise, et même dans les débats des Parlements allemand et autrichien. Les préparatifs de nos adversaires, les mouvements de troupes en Belgique et sur d'autres points à l'arrière de la ligne du front, ne laissent, d'autre part, aucun doute sur les intentions agressives de Hindenburg.

Quels atouts l'état-major allemand croit-il avoir en mains pour risquer l'énorme partie qu'il semble vouloir jouer ? En septembre 1917, il maintenait sur notre front cent quarante-sept divisions. Le maximum qu'il ait pu faire est d'en avoir ramené quarante autres de la frontière russe, qu'il ne pourra, en aucune circonstance, dégarnir complètement. Ajoutons à ce chiffre une vingtaine de divisions autrichiennes de même provenance, car, malgré tous les discours de Czernin, il ne faut nous faire à cet égard la moindre illusion : les Allemands qui, par deux fois, ont sauvé l'Autriche, tiennent certainement le peu « brillant second » par une convention militaire en règle.

Donc, au moment de la grande bataille, les divisions ennemies se seraient accrues de 30 %. Mais le nombre n'est pas tout. Le moral des troupes allemandes a baissé beaucoup, et soldats et officiers que nous avons capturés dans ces derniers temps sont unanimes à reconnaître qu'ils sont arrivés à la limite de l'endurance et que l'armée du kaiser ne pourra plus donner autre chose après le coup de collier qu'on va lui demander.

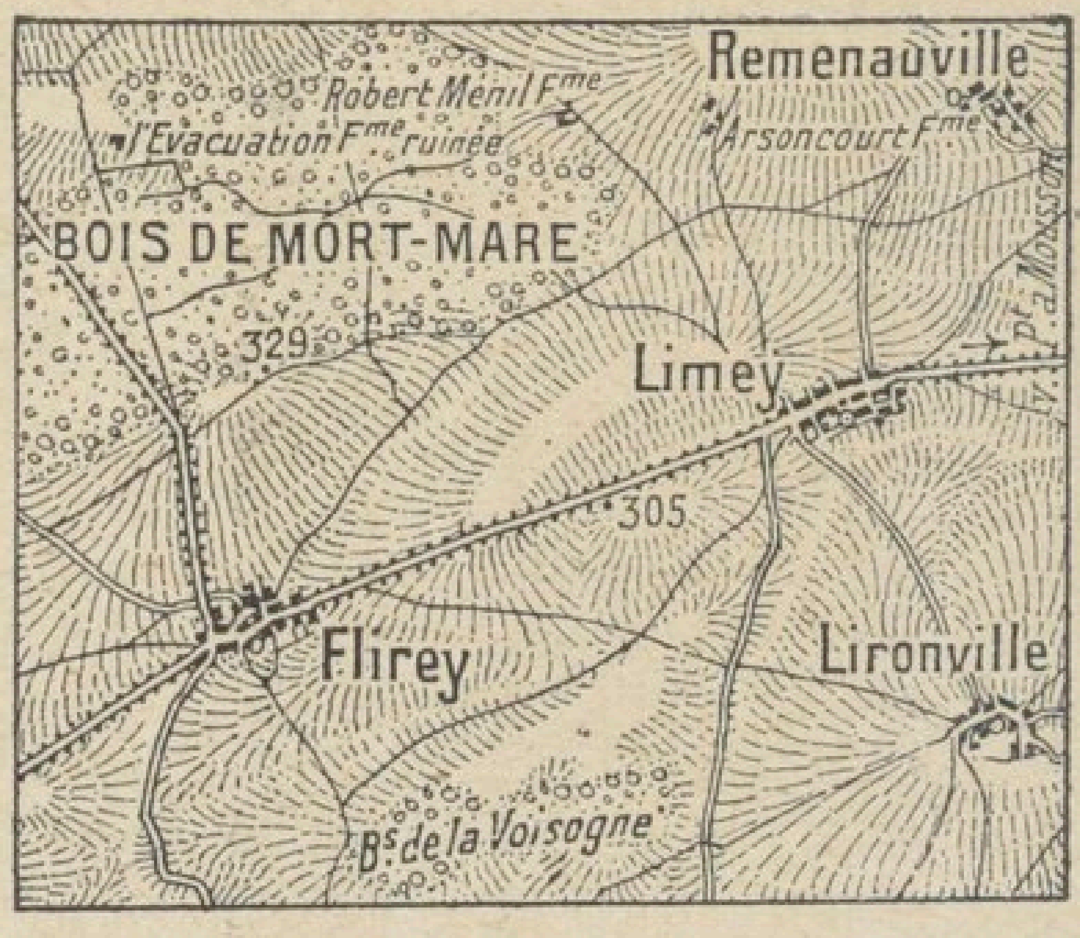
Aussi bien nos ennemis comptent-ils peut-être moins sur le nombre des effectifs que sur leur matériel d'artillerie, leurs nouveaux gaz, leurs lance-flammes et sur tout cet arsenal barbare qu'ils se sont sans cesse ingéniés à perfectionner. Sur les 11.200 pièces de campagne dont est dotée l'armée allemande, on peut compter que les trois quarts au moins seront rassemblées contre le front franco-anglais. La logique veut que Hindenburg, conformément aux visées pangermanistes, réserve son principal choc aux armées britanniques qui couvrent les bases navales françaises tant convoitées et qui, aussi, barrent une des principales routes de Paris, celle d'Arras et d'Amiens. Quant aux armées françaises, elles seraient fixées par deux ou trois vigoureuses offensives dont on peut chercher les points d'application à la suture des armées franco-anglaises, en Champagne, en Lorraine. Mais si Hindenburg propose, Pétain, Douglas Haig et Foch disposeront peut-être.



BULLECOURT ET SES ENVIRONS

Il est élémentaire, en pareil cas, de ne pas subir complètement l'initiative de l'ennemi.

Quant à la date probable du grand choc, il n'y a qu'à se rappeler que celui de Verdun s'est produit dans la dernière semaine de février. Déjà, l'activité aérienne intensifiée sur le front depuis les dernières semaines de janvier montre que, de notre côté et moins encore du côté anglais, on ne se laissera surprendre par les préparatifs considérables de l'ennemi.



LA RÉGION AUTOUR DE FLIREY

La multiplication des coups de main n'est pas un indice moins significatif de l'imminence de l'attaque. Les opérations de reconnaissance se sont faites de plus en plus fréquentes de part et d'autre, à Ypres, à Lens, sur la Scarpe, devant Cambrai, sur l'Aisne, en Champagne, à Saint-Mihiel, en Woëvre, en Lorraine et en Alsace. Elles ont eu le plus souvent pour objet de sonder le dispositif d'en face, parfois aussi de détruire les organisations défensives de l'adversaire qui, se fiant à leur solidité, ne les faisait tenir que par de faibles effectifs, et qui, averti par une incursion, est obligé de recommencer et de distraire de ses réserves une garnison beaucoup plus importante.

Le front anglais, depuis les combats de Cambrai, n'a pas eu d'histoire notable. Nos alliés ont légèrement étendu la ligne qu'ils tenaient en la prolongeant au sud de Saint-Quentin. Il ne semble pas cependant qu'ils aient poussé cet allongement jusqu'à la Fère. C'est le général sir Herbert Lawrence qui a pris la direction du grand état-major britannique.

Une seule opération digne d'être relatée est venue distraire nos alliés de leur intense travail de préparation en vue de la grande offensive anglaise. On se souvient que, le 20 novembre 1917, ils avaient enlevé, au nord-est de Bullecourt, un tronçon de la ligne Hindenburg long de deux kilomètres et qui, délimité par les chemins Riencourt-Bullecourt et Riencourt-Noreuil, affecte la forme d'un triangle isocèle d'une hauteur de 1.200 mètres. Ce saillant, gênant pour eux, les Allemands s'étaient bien jurés de le réduire. Le 5 décembre, ils ouvrirent un feu violent d'artillerie sur l'ouvrage. Au milieu de la nuit, une salve d'obus à gaz, puis, à 6 heures du matin, après un nouveau bombardement, ce fut une attaque en règle exécutée par trois colonnes de fantassins. Celle de droite était repoussée avec de grosses pertes. Les deux autres, par contre, réussissaient à prendre pied dans des organisations anglaises. Mais le soir même, l'infanterie anglaise, appuyée à droite et à gauche par des mitrailleurs, dessinait un retour offensif qui lui permettait de reprendre le terrain. Le 8, une nouvelle tentative allemande du même genre eut moins de succès encore et coûta assez cher à l'ennemi.

De notre côté, l'affaire la plus importante est celle qui se déroula le 8 janvier à Flirey, aux confins de la Woëvre. A 15 h. 15, des légionnaires et des tirailleurs se portèrent à l'assaut de la ligne ennemie à la lisière sud-

est et sud-ouest du bois de Mort-Mare, et, sur une étendue de 1.500 et une profondeur de 800 mètres, ils détruisirent abris et sapes, nettoyèrent les tranchées et retournèrent ensuite au bout d'une heure et demie à leurs tranchées de départ en ramenant cent soixante-dix-huit prisonniers valides. Nous dirons, en terminant, que les troupes américaines sont entrées en ligne dans un des secteurs de l'Est les plus importants.

La paix russo-allemande est un fait accompli.

Les craintes que l'on avait pu légitimement concevoir sur les tractations des maximalistes russes avec nos ennemis n'étaient malheureusement pas excessives. Les pourparlers de Brest-Litowsk n'avaient produit que la conclusion d'un armistice déjà une fois renouvelé et qu'on croyait indéfiniment renouvelable : ils ont abouti, après un traité de paix séparée avec l'Ukraine, à la cessation générale de l'état de guerre.

M. TROTSKI

Commissaire aux Affaires étrangères du gouvernement maximaliste de Russie.

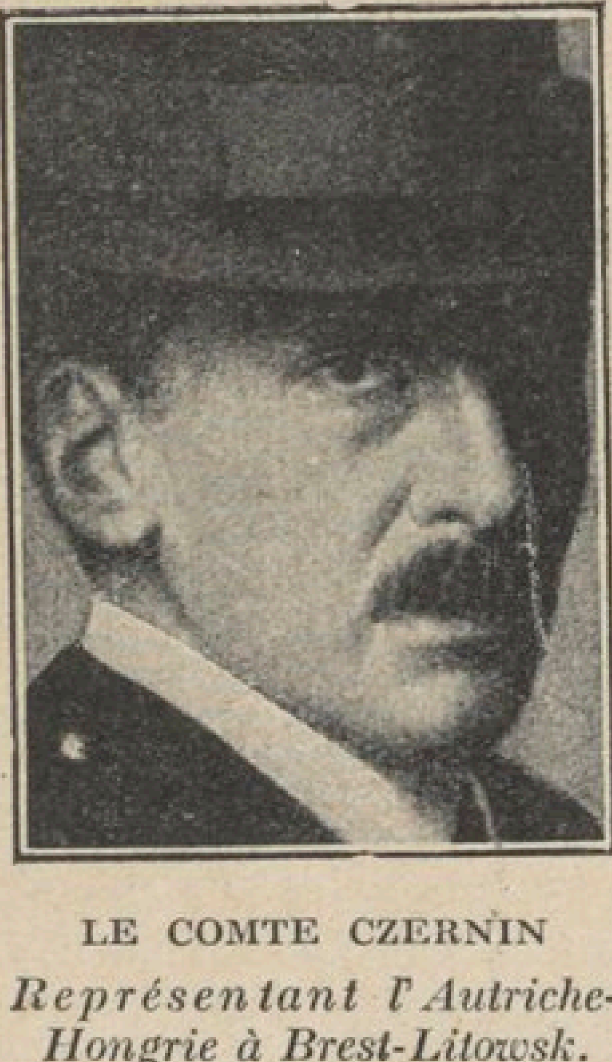
Ayant, en fait, rompu avec Lenine et Trotski, après une crise intérieure où les militaires ont fait sonner leur sabre et réclamé bien haut le droit de parler en maîtres, l'Allemagne et ses alliés ont offert comme fiche de consolation à leurs peuples affamés l'ouverture de nouvelles négociations, cette fois avec l'Ukraine. La Petite Russie, ou Russie noire, qui confine à l'Autriche-Hongrie et à la Pologne, est par excellence le pays des céréales. L'accord que l'on faisait entrevoir aux populations austro-allemandes devait avoir comme conséquences un ravitaillement général... Pour apprécier la victoire remportée par l'Allemagne du côté russe, il faut se reporter à la séance du Reichstag du jeudi 29 novembre 1917, où le chancelier comte de Hertling déclarait qu'il avait « reçu de Russie un télégramme proposant d'entrer en négociations pour un armistice en vue d'une paix générale » ; il faut se rappeler quel enthousiasme la nouvelle suscita, à Berlin comme à Vienne. C'était donc la paix à l'est; la moitié de l'ouvrage était fait! Les Empires centraux pourraient se retourner contre les adversaires de l'ouest et les amener bientôt à résipiscence, si mieux ils n'aimaient traiter tout de suite... Eh bien ! tout ce brillant échafaudage, construit avec une hâte joyeuse, est aujourd'hui plus fragile que jamais, hélas !

M. JOFFÉ

Président de la délégation russe aux pourparlers de paix de Brest-Litowsk.

Rappelons brièvement les phases principales des pourparlers.

Les négociations en vue de la paix générale devaient suivre à brève échéance la signature de l'armistice. Le 20 décembre 1917, les Empires centraux et leurs alliés envoyaient leurs délégués à Brest-Litowsk. C'était, cette fois, les ministres des Affaires étrangères, von Kuhlmann pour l'Allemagne, le comte Czernin pour l'Autriche. Les négociations commencèrent le 22. Comme base des pourparlers préliminaires, la délégation russe avait déposé les propositions suivantes :



LE COMTE CZERNIN

Représentant l'Autriche-Hongrie à Brest-Litowsk.

1° *Aucun territoire conquis pendant la guerre actuelle ne pourra être annexé de vive force et les troupes occupant ces territoires devront être évacuées aussitôt après ratification ;*

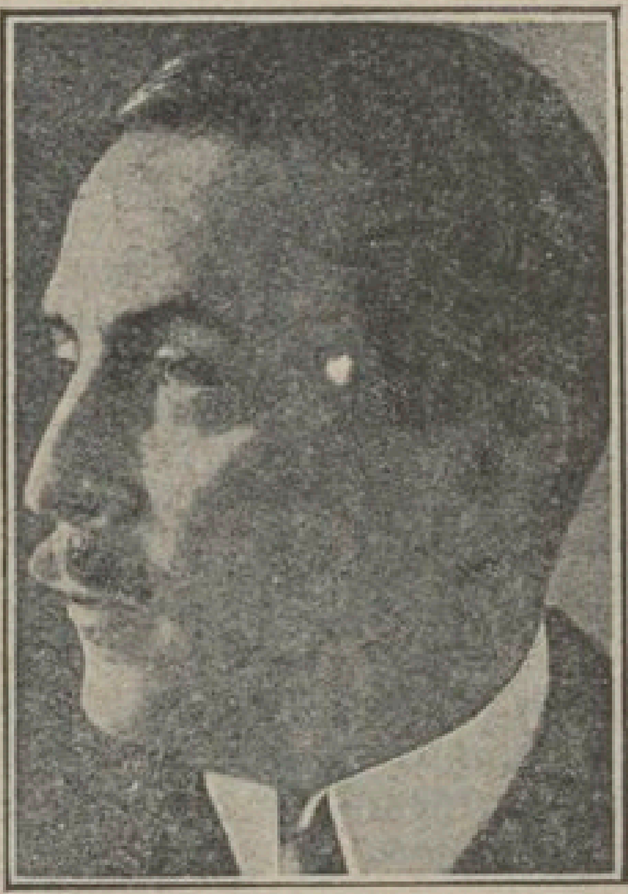
2° *Sera complètement rétablie l'indépendance politique des peuples qui la perdirent dans le courant de cette guerre ;*

3° *Les groupes nationaux qui ne jouissaient pas de cette indépendance décideront eux-mêmes par voie de referendum la question de leur indépendance politique ou celle de l'Etat auquel ils voudraient appartenir. Ce referendum devra avoir pour base la liberté complète, absolue de vote pour toutes les populations, y compris les émigrés et les réfugiés ;*

4° *Sur les territoires habités par plusieurs nationalités, les droits de la minorité seront protégés par des lois spéciales assurant à ces nationalités leur autonomie nationale et, si les conditions politiques le permettent, leur autonomie administrative ;*

5° *Aucun belligérant ne payera à un autre de contribution et celles déjà payées sous la forme de frais de guerre seront à rembourser. Quant au dédommagement des personnes victimes de la guerre, il se fera au moyen du fonds spécial créé par les versements proportionnels de tous les belligérants ;*

6° *Les questions coloniales seront résolues dans les conditions des art.* 1, 2, 3 *et* 4, *mais la délégation russe propose de les compléter par un point reconnaissant inadmissible toute restriction, même indirecte, de la liberté de nations plus faibles...*



M. VON KUHLMANN

Le premier représentant de l'Allemagne à Brest-Litowsk.

Le 26 décembre, la Quadruplice répondit à ces propositions. Sur le premier point, sa réponse était la suivante : « L'appropriation *par la force* des territoires qui furent occupés pendant la guerre n'est pas dans les intentions des gouvernements alliés. La décision au sujet des troupes qui sont actuellement dans les territoires occupés sera prise dans le traité de paix. »

C'était équivoquer sur les mots avec une fourberie grossière. Si l'Allemagne faisait suivre le mot « appropriation » des trois mots *par la force*, c'est qu'elle se réservait d'admettre une appropriation basée sur un prétendu consentement des habitants des territoires occupés.

Sur le troisième point, relatif à l'indépendance des nationalités, c'était un refus non déguisé : « La question de l'indépendance pleine et entière des groupes nationaux qui ne possèdent pas l'indépendance constitutionnelle ne peut pas, d'après l'avis des alliés, être réglée entre Etats. Cette question doit, là où elle se présente, être réglée indépendamment par chaque Etat avec ses peuples, par voie constitutionnelle. »

GÉNÉRAL HOFFMANN

Chef de la délégation militaire allemande aux pourparlers de paix.

En prenant congé des Austro-Allemands le 27 décembre, les délégués russes se bornèrent à constater les divergences d'appréciation qui s'étaient élevées entre eux et les représentants des Empires centraux, mais, à leur sens, les négociations de paix ne s'en trouvaient nullement compromises. Telles furent du moins les déclarations enregistrées au procès-verbal officiel. Il semble que ce fut quelques jours après seulement, lorsque les propositions et les réponses de la Quadruplice furent divulguées, et que la presse de Petrograd eut signalé à la fois leur insuffisance et leur tartuferie, l'opposition complète qu'elles formaient avec les principes invoqués par les leaders de la Russie révolutionnaire, que le gouvernement maximaliste se prononça. Il le fit avec beaucoup de netteté. Devant le Comité central des Soviets, Trotski déclara les propositions austro-allemandes complètement inacceptables.

Dès ce moment, la rupture apparaissait, sinon comme accomplie, du moins comme inévitable. Les négociations devaient être reprises le 4 janvier, un délai de dix jours étant accordé aux « autres belligérants » pour prendre part aux pourparlers. Cette offre étant tombée dans un silence quelque peu méprisant, les délégués des Empires centraux se trouvèrent seuls au rendez-vous. Le 7 seulement, Trotski décida de se rendre en personne à Brest-Litowsk. Le plan de l'agitateur révolutionnaire semble avoir été non pas de négocier — car il ne se faisait pas d'illusion — mais de mettre en lumière les vues annexionnistes et les ambitions militaires de l'empire germanique, afin de bien montrer au prolétariat allemand que si la paix n'était pas conclue, la faute en retombait tout entière sur les représentants casqués du kaiser et sur celui-ci.

A ce point de vue, il a été déçu. Une censure attentive interdit à la presse allemande de reproduire ses déclarations. Ce fut en Autriche seulement que l'échec des négociations eut son contre-coup. Des grèves à caractère politique éclatèrent dans tout le pays le 18 janvier, date à laquelle Trotski quitta Brest-Litowsk pour se rendre à l'ouverture de l'éphémère Constituante. Le comte Czernin dut promettre nettement aux peuples de la monarchie une paix sans aucune annexion, notamment à l'égard de la Pologne. Les désirs pacifiques de l'Autriche s'opposèrent, une fois de plus, au pangermanisme conquérant. Des grèves se produisirent également dans les grands centres industriels de l'Allemagne, mais elles furent brutalement étouffées.

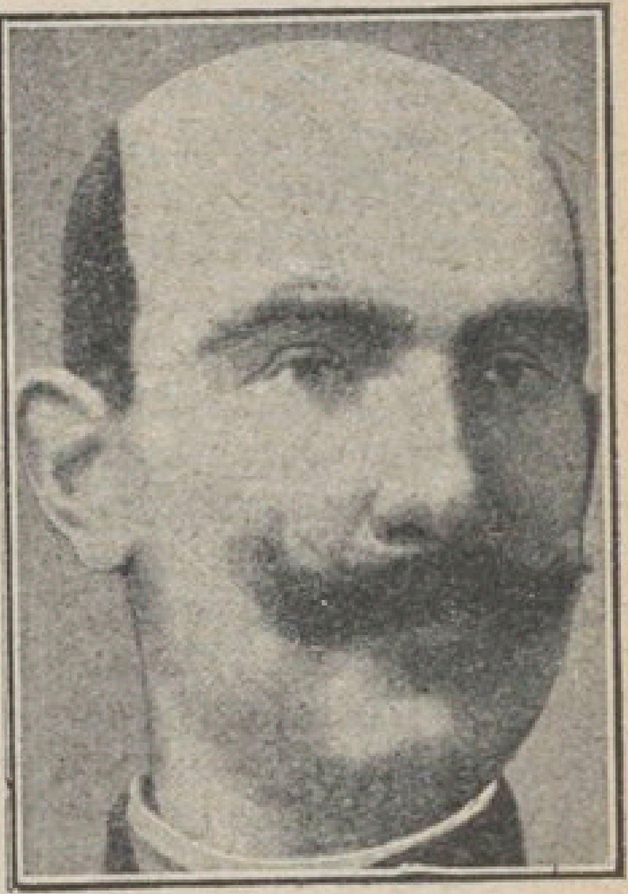
Dans les derniers jours de janvier, les délégués allemands, austro-hongrois, turcs, bul-

gares et russes, quelques-uns n'ayant point participé aux premières négociations, se retrouvaient à Brest-Litowsk, où les rejoignait bientôt la délégation ukrainienne de la Rada de Kief. Et les palabres continuèrent de plus belle pour aboutir à une paix ferme avec l'Ukraine et, le 10 février 1918, à la démobilisation générale des armées russes !

Macédoine, Palestine et Mésopotamie.

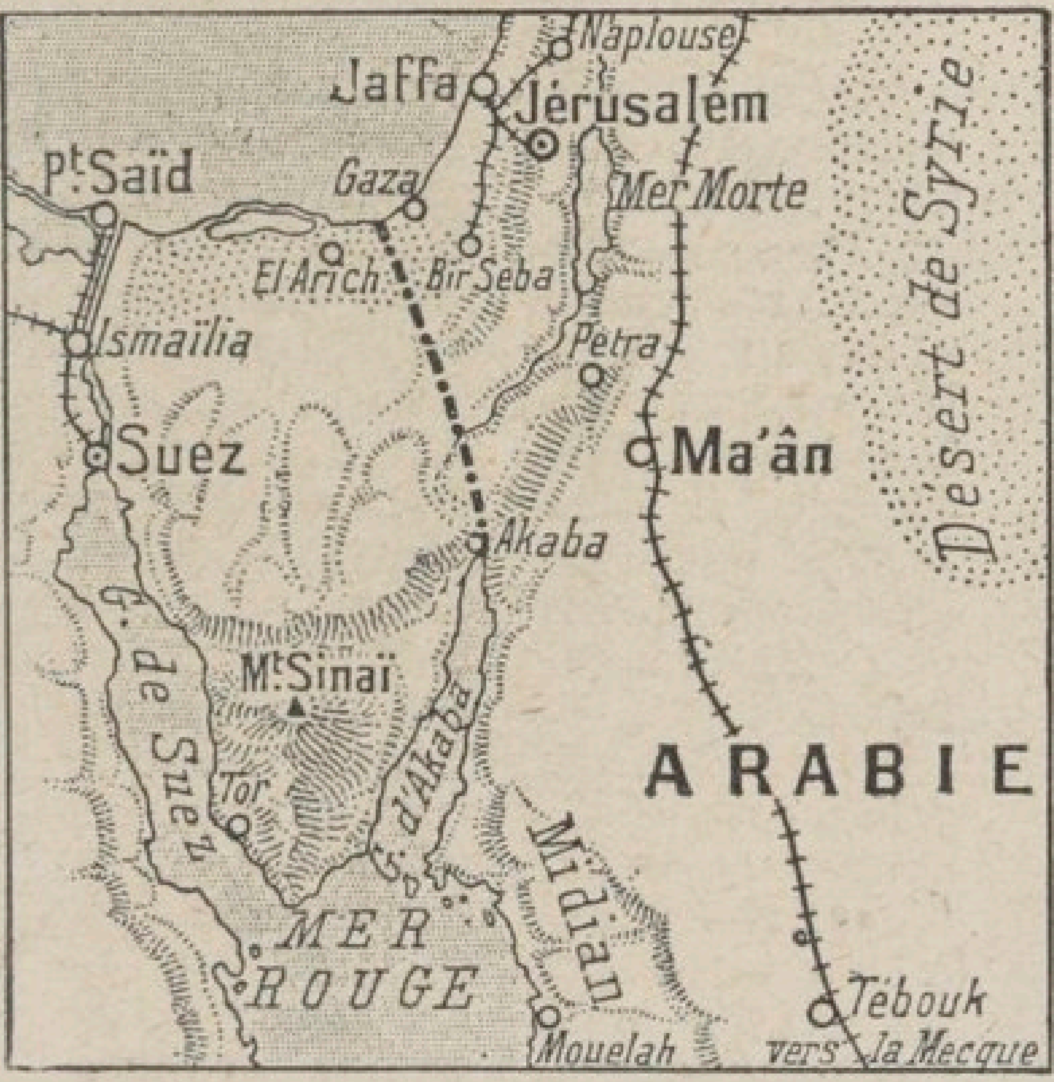
Le calme s'est maintenu sur le front macédonien, tout paraissant annoncer qu'à la suite de la révolution russe, l'ennemi concentre ses forces sur le front principal de l'ouest, pour tenter d'y porter un coup décisif. Les Alliés n'en ont pas moins fait tous les préparatifs nécessaires, soit pour bien recevoir une attaque, soit pour prendre eux-mêmes l'offensive. Le général Guillaumat, le nouveau commandant en chef des armées alliées de Salonique, a trouvé les détachements des différentes nations dans les dispositions les meilleures; l'armée française, commandée par le général Henrys, l'armée grecque, forte déjà de 60.000 hommes, ont plus particulièrement retenu son attention. Après son voyage en Italie, en France et en Angleterre, M. Venizelos est rentré en Grèce avec les ressources dont il avait besoin pour ravitailler le peuple et réorganiser l'armée Il a fait à Salonique un voyage triomphal ; les vaillants volontaires de l'armée nationale hellénique recrutés avant la chute de Constantin, l'ont acclamé avec enthousiasme. Le général Guillaumat a rendu sa visite au président du conseil de Grèce. Son voyage à Athènes, les ovations dont il a été l'objet, ont montré le chemin parcouru dans l'ancien royaume du beau-frère de Guillaume II, depuis le mois de décembre 1916. Le commandant des armées alliées a été agréablement surpris par la belle attitude des jeunes détachements de l'armée grecque qu'il a passés en revue. Il a constaté les résultats du travail accompli par les officiers de la mission française envoyée à Athènes à l'automne dernier. Au général Braquet, qui dirigea d'abord cette mission, a succédé le général Bordeaux.

GÉNÉRAL DANGLIS
Commandant en chef de l'armée grecque.



GÉNÉRAL BORDEAUX
Chef de la mission militaire française en Grèce.

En Palestine, l'armée britannique du général Allenby a quelque peu étendu son occupation au nord de Jérusalem. Le 27 décembre, les Turcs avaient fait une tentative désespérée pour reprendre la Ville Sainte. Leurs attaques, exécutées avec vigueur, commencèrent à 2 heures du matin et se poursuivirent pendant vingt-six heures. Les troupes anglo-égyptiennes tinrent bon, et le général Allenby passa ensuite à la contre-attaque, avançant de trois kilomètres et demi dans le flanc droit du front turc. Le 28, voyant que les forces de l'ennemi s'épuisaient, il lança une attaque générale, qui refoula complètement les Ottomans. Les Anglais réalisèrent une avance de douze kilomètres dans la direction du nord-ouest. Désormais, ils possèdent quatre fortes positions entre l'ennemi et Jérusalem. De nouveaux progrès ont été réalisés depuis. On n'a pas encore vu poindre la contre-offensive turque annoncée avec tant de fracas par la presse allemande. Pendant la même période, les forces



LE THÉATRE DES VICTOIRES DES ARABES DU HEDJAZ EN PALESTINE

arabes, commandées par le roi du Hedjaz, se sont avancées du golfe d'Akaba jusque sur les confins orientaux de la Palestine, à Ma'ân, dans le bassin de la mer Morte. Il faut signaler les développements pris dans toutes les opérations par l'aviation britannique.

En Mésopotamie, la situation est restée stationnaire. L'expectative est commandée à l'armée anglo-indienne de Bagdad par la situation des troupes russes en Arménie et au Caucase. Si les Turcs, par malheur, pouvaient disposer des corps d'armée qui étaient jusque-là opposés aux troupes de Youdénitch et de Baratof, la situation de nos alliés en Palestine et en Mésopotamie pourrait devenir critique. On comprend donc que les Britanniques se renforcent momentanément sur leurs positions plutôt que de pousser plus avant.

Une belle victoire française sur le front italien.

L'ANNÉE 1917 s'est brillamment terminée sur cette partie de la ligne de bataille. Après une intense préparation d'artillerie, d'environ quarante-huit heures, appuyée par les batteries anglaises et italiennes, une de nos divisions françaises enleva le 30 décembre les positions autrichiennes entre l'Osteria de Monte Fenera et Paranzine, dans le secteur du Monte Tomba.

Cette opération, menée avec un entrain magnifique par les chasseurs de la division Dillmann, mit les objectifs désignés entre nos mains après un assaut qui ne dura que vingt minutes. La perte de cette position enleva à l'ennemi un observatoire précieux d'où il dominait nos lignes. Les défenseurs perdirent en un clin d'œil 1.400 hommes, 42 officiers, 7 canons, 60 mitrailleuses et beaucoup d'autre matériel.

LA RÉGION DES MONTS GRAPPA ET TOMBA

Pour se venger de cet échec, les aviateurs ennemis s'acharnèrent sur les villes ouvertes de Trévise et de Padoue, où ils tuèrent des civils et endommagèrent des monuments très précieux.

Le général de division Lizé, commandant l'artillerie de l'armée française de soutien, fut malheureusement tué au cours de cette offensive, et le général Alfieri, ministre de la guerre d'Italie, salua sa dépouille mortelle en termes particulièrement émus, au nom de son gouvernement et de son armée.

LE GÉNÉRAL LIZÉ

Tué sur le front italien à la fin de décembre 1917.

Le 14 janvier, l'offensive fut reprise par les troupes italiennes. Soutenues efficacement par l'artillerie, elles s'avancèrent avec une grande bravoure pour rectifier leur ligne au nord de l'Osteria di Lepre, ainsi qu'au saillant du Monte Solarolo, où l'action fut vigoureusement menée par des détachements de « Arditi ».

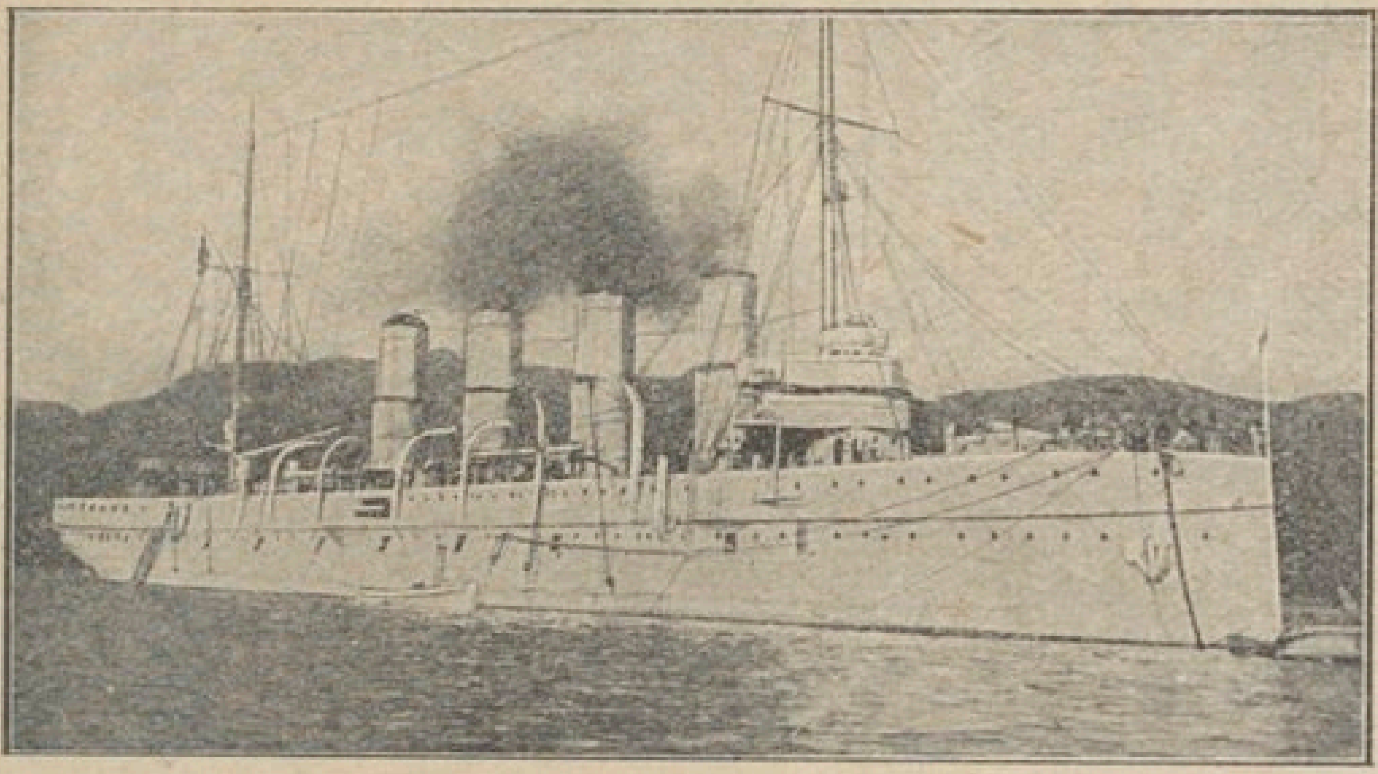
Enfin, le 28 janvier, les Italiens attaquèrent de nouveau avec impétuosité les positions adverses sur les hauteurs situées à l'est de la conque d'Asiago, vers la Brenta, et pénétrèrent sur plusieurs points dans les lignes autrichiennes. Quinze cents hommes et soixante-deux officiers furent faits prisonniers au cours de cette journée. Les renforts ennemis qui avaient tenté de s'opposer à l'avance des bersaglieri furent dispersés par les artilleries combinées de l'armée italienne et des Alliés. Douze avions furent abattus, dont deux par des aviateurs français. Le lendemain, ce succès fut élargi par la prise des deux importantes positions du col del Rosso et du monte Val Bella. En deux jours, les Italiens avaient capturé 2.500 hommes, 100 officiers et 8 gros canons.

GÉNal SCHEUCHENSTUEL

Commandant l'armée autrichienne sur la Piave.

Torpillages et actions navales

La période qui vient de s'écouler a offert relativement plus d'activité que la précédente, car elle a été marquée par plusieurs faits sérieux, en dehors du bombardement de Madère par un sous-marin allemand qui a réussi à détruire quelques maisons à Funchal, et à tuer ou blesser plusieurs personnes. C'est ainsi que dans la mer Ionienne, au début de la matinée du 14 décembre, notre croiseur *Châteaurenault*, affecté au service des transports, a été torpillé et coulé. Tous les passagers furent sauvés, mais on eut à déplorer la mort de dix marins. Des torpilleurs, accourus au premier appel, participèrent au sauvetage et furent assez heureux pour détruire le sous-marin ennemi, dont ils firent l'équipage prisonnier. Quelques jours plus tard, le vapeur armé *Stephen-Furness* subissait, dans la mer d'Irlande, le sort du *Châteaurenault*, et entraînait avec lui dans les flots quatre-vingt-quinze hommes et six officiers.

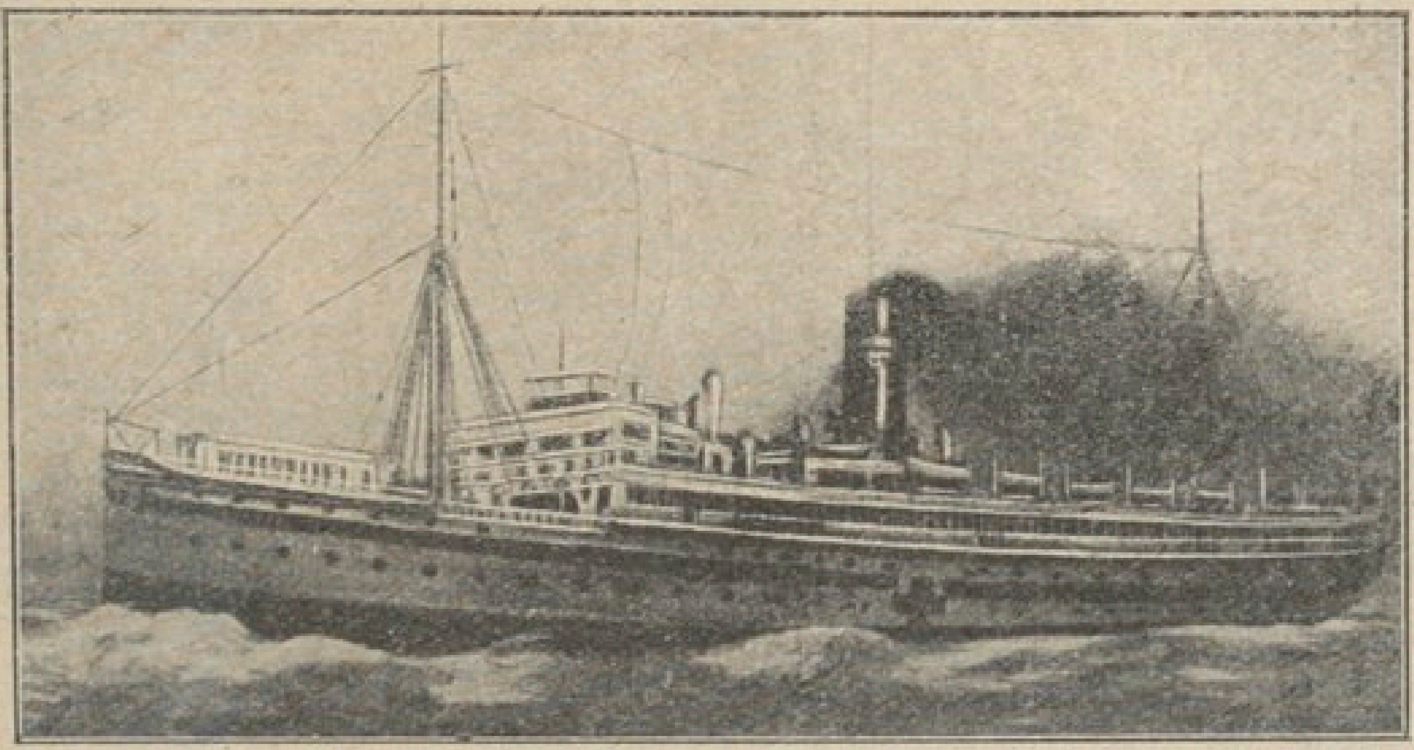


LE CROISEUR CUIRASSÉ FRANÇAIS « CHATEAURENAULT »

Les pirates allemands ne pouvaient pas s'arrêter en si bon chemin, et ils allaient démontrer, une fois encore, le cas qu'on fait, en Germanie, de la parole donnée. On sait qu'une convention est intervenue, mettant à l'abri de toute attaque les navires-hôpitaux. Or, le vendredi 4 janvier, vers minuit, le vapeur-hôpital *Rewa*, revenant de Gibraltar, fut torpillé et coulé dans le canal de Bristol. Il y avait à bord environ cinq cent cinquante personnes, dont la moitié de blessés et de malades. Ce fut miracle que l'on put parvenir à placer ces malheureux sur des radeaux où ils passèrent plusieurs heures exposés à un froid glacial et inondés par les vagues, en attendant les secours qu'on avait eu tout juste le temps de réclamer par le sans-fil. Il n'y eut que trois victimes, mais le crime n'en reste pas moins odieux, étant donné surtout que, grâce aux milliers de lampes éclairant le bateau, nulle erreur n'était possible. L'Allemagne a bien compris l'étendue de sa faute ; cependant, au lieu de s'en excuser loyalement, elle a cherché à se justifier avec de misérables arguties dont l'opinion publique n'a point été dupe.

On suppose que c'est un autre sous-marin, — de ceux du dernier modèle, — qui bombarda Yarmouth, dans la nuit du 14 au 15 janvier, lançant une vingtaine d'obus de gros calibre, qui ne causèrent que des dégâts de minime importance, tuant, en outre, trois personnes et en blessant dix autres. On ne voit pas très bien, d'ailleurs, le bénéfice résultant d'une semblable démonstration.

On a malheureusement à déplorer la perte d'un certain nombre d'autres navires de fort tonnage. Nous citerons notamment le transport britannique *Aragon*, torpillé le 30 décembre 1917, dans la Méditerranée ; le croiseur auxiliaire *Osmanieh*, même nationalité, qui a sauté sur une mine à la même date ; le transatlantique anglais *Adania*, torpillé en janvier, au large des côtes de l'Ulster ; le transport français *Drôme*, détruit par une mine, le 23 janvier 1918, en vue de Marseille. Le torpillage du vapeur espagnol *Giralda*, attaqué sans motif et coulé par un sous-marin allemand, dans les derniers jours de janvier, a provoqué une réprobation unanime de l'autre côté des Pyrénées. Le 5 février, le paquebot *Tuscania*, transportant des troupes américaines, était également torpillé.



LE NAVIRE-HOPITAL BRITANNIQUE « REWA »

En revanche, c'est avec plaisir qu'on a

appris le bref combat naval des Dardanelles, où le fameux *Gœben*, et son compagnon, le *Breslau*, attaquant de petits monitors anglais, furent pris en chasse par les contre-torpilleurs *Lizard* et *Tigress*. Le *Breslau* ne tarda pas à donner sur une mine et coula, tandis que le *Gœben*, endommagé également par une mine, allait s'échouer à la pointe de Nagara. Quatre contre-torpilleurs turcs vinrent à son secours, mais ils furent mis en fuite par les deux navires britanniques. Dans cette affaire, nos alliés perdirent deux monitors, dont l'un, le *Raglan*, coula, tandis que l'autre sautait. Bien qu'il ait subi le bombardement violent des hydravions alliés, le *Gœben* réussit à se dégager et à regagner Constantinople.

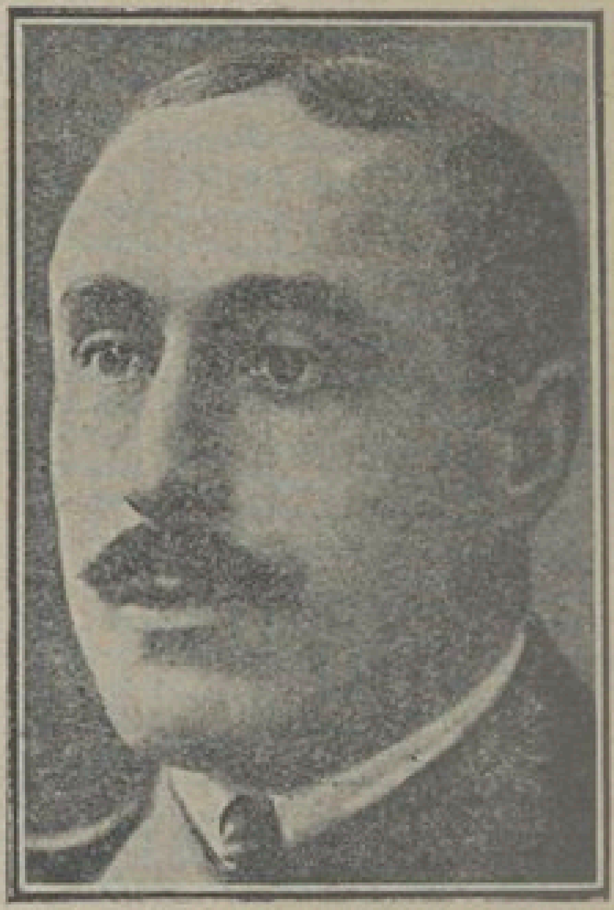
La guerre aérienne devient sans merci

REVERRA-T-ON des zeppelins ? C'est douteux. Nous avons insisté plusieurs fois déjà sur l'inefficacité à peu près complète de ces dirigeables, et toutes les tentatives allemandes sont venues nous donner raison. Pendant les deux derniers mois, aucun nouveau raid n'a été exécuté par ces aéronefs géants, et il n'a été question que d'un seul zeppelin, celui qui s'est abîmé en flammes dans la mer du Nord, au-dessus de laquelle il exécutait vraisemblablement une reconnaissance. On pourrait donc croire que cette forme de guerre aérienne ne se reproduira plus, s'il ne fallait pas compter avec l'invraisemblable entêtement de nos adversaires. En revanche, plusieurs attaques par avions ont été dirigées contre Londres, avec aussi peu de succès, d'ailleurs, que la plupart des précédentes, bien qu'elles aient fait quelques victimes. Dans la nuit du 5 au 6 décembre, vingt-cinq appareils, divisés en plusieurs groupes, abordèrent les côtes d'Essex et de Kent, se dirigeant vers la capitale, que cinq ou six d'entre eux seulement parvinrent à survoler. Il y eut, tant à Londres qu'au dehors, sept morts et vingt et un blessés. Deux des avions furent abattus. Une autre attaque, dans la nuit du 18 au 19 décembre, exécutée par six groupes d'assaillants, ne causa que des dégâts peu importants, mais fit quatre-vingts victimes, dont dix morts. Deux jours plus tard, une troisième tentative demeura vaine. Des « gothas » survolèrent encore la capitale britannique dans la soirée du 28 janvier 1918 et blessèrent mortellement plusieurs habitants inoffensifs.

Paris eut enfin son tour. Quatre escadrilles d'avions allemands l'assaillirent dans la nuit du 30 au 31 janvier, vers minuit, laissant choir des bombes sur un certain nombre de quartiers, bombardant également, soit à l'aller, soit au retour, plusieurs localités de la banlieue. Le nombre des victimes fut malheureusement élevé. A Paris, on compta 42 tués, dont 16 femmes et 4 enfants, et 16 dans la banlieue, dont 3 femmes et 3 enfants. Le nombre des blessés s'éleva à 206, savoir : 134 (dont 50 femmes et 6 enfants) à Paris et 72 (dont 38 femmes et 7 enfants) dans les agglomérations des environs. Des

COLONEL DORAND

Président de la Commission d'aviation interalliée.



CAPIT. DE LA TOUR

Tué accidentellement le 18 décembre 1917.

S.-LIEUTENANT GUÉRIN

Fin décembre 1917, il comptait dix victoires.

S.-LIEUTENANT MADON

Le 3 janvier 1918, il abattait son 23e avion.

projectiles, dont quelques-uns ne pesaient pas moins de 100 kilogrammes, tombèrent sur des églises, sur des hôpitaux et sur divers immeubles occasionnant des dégâts sérieux.

Au lendemain de ce raid meurtrier, des mesures furent prises pour que les populations menacées pussent se mettre à l'abri au cas où les « gothas » reviendraient à la charge; les défenses aériennes de la capitale furent renforcées considérablement et des postes de secours furent créés dans tous les quartiers.

Parmi les protestations qui s'élevèrent de toutes parts contre ce bombardement criminel, il faut citer celle du comité directeur de la Ligue des neutres, qui a pour président d'honneur le comte Romanones, ancien président du conseil des ministres d'Espagne. La protestation de la Ligue des neutres se termine ainsi :

CAP. W.-A. BISHOP

« L'as des as » britannique. Au 1er février 1918, il comptait 45 victoires.

Ces violations de la convention de la Haye, au moment où elles se produisent, revêtent un caractère particulièrement grave. Alors que les principaux hommes d'Etat des puissances belligérantes, par des déclarations réciproques, en faisant preuve d'esprit de conciliation, s'efforcent de trouver les bases d'une paix possible, les autorités militaires allemandes emploient des procédés qui, sans avoir aucune action décisive sur l'issue des opérations militaires, par leur inhumanité sont de nature à revivifier les sentiments de haine et de vengeance entre nations et à rendre toute tentative de paix impossible.

Ces procédés ne sauraient laisser indifférents les gouvernements neutres, attendu que dans les villes de Paris et de Londres, qui ne sont nullement effectivement investies, résident, sous l'égide des lois internationales, des représentants diplomatiques et des ressortissants aux puissances neutres, et que la vie de ces personnes, par suite des moyens illicites de nuire employés par l'Allemagne, est mise sérieusement en danger.

HANS MULLER

Un pilote fameux de l'aviation allemande, tué sur le front occidental.

La Ligue des pays neutres, créée pour la défense des principes du droit des gens, qui sont l'unique et suprême sauvegarde de tous les Etats, adresse un pressant appel, par ses sections spéciales, à tous les gouvernements neutres, afin d'obtenir du gouvernement impérial allemand de mettre un terme à ces procédés qui, par leur cruauté, rendent tout rétablissement de la paix impossible et déshonorent l'humanité aux yeux de tous les honnêtes gens.

De ces attaques contre des villes ouvertes et des populations non combattantes, il faut rapprocher les odieux bombardements de Padoue, qui se succédèrent à trois ou quatre reprises dans les derniers jours de décembre et recommencèrent au début de février.

Rien ne justifie, rien n'excuse ces actes sauvages, ce vandalisme voulu, prémédité, cette destruction de sublimes œuvres d'art, de vieilles et merveilleuses églises, de ces trésors du passé desquels l'humanité peut concevoir tant de fierté. L'église San Valentino, le dôme de l'église del Carmine, des tapisseries, des peintures précieuses, furent endommagés ou détruits par des bombes criminelles. Le Pape a protesté contre cet attentat monstrueux dans lequel on ne peut voir que la volonté de faire du mal.

Les exploits des aviateurs alliés forment un heureux contraste avec ces sauvageries. Les escadrilles franco-anglaises ne s'assignent que des buts de guerre. C'est ainsi que nous avons eu à enregistrer successivement les bombardements des usines de Mannheim, de la gare et des usines de Carlsruhe, des aciéries de Thionville, des voies ferrées de Fribourg-en-Brisgau, des usines de Ludwigshafen, etc. Tout cela, nous le répétons, c'est de l'action de guerre, au sens réel du mot.

Bien que la place nous soit mesurée, nous ne voudrions pas terminer cette brève revue sans mentionner les victoires du sous-lieutenant Guérin et du lieutenant Hugues, qui en sont à leur dixième avion abattu ; Fonck a abattu son vingt-deuxième et Madon son vingt-troisième, s'élançant ainsi sur les traces du glorieux Guynemer, tandis que l'aviation britannique s'enorgueillit des triomphes du capitaine canadien Bishop, qui, fin janvier, en était à sa quarante-cinquième victoire. Enfin, l'héroïque Nungesser, à peine remis de graves blessures, a marqué sa rentrée par un trente et unième triomphe. Ces belles médailles ont malheureusement leurs revers, et c'est ainsi que nous avons eu à déplorer la mort du capitaine de La Tour, victime d'un accident, au lendemain de son neuvième succès, et celle du capitaine Luc-Pupa. De son côté, l'ennemi a perdu le fameux Hans Muller, émule de von Richthoffen.

L'ESPRIT PEUT-IL GUÉRIR TOUTES LES MALADIES ?

UN EXPOSÉ DU COMITÉ FRANÇAIS DE "CHRISTIAN SCIENCE" EN RÉPONSE AUX ARTICLES DU Dr PHILIPON

Les articles du Dr Philipon, publiés par « La Science et la Vie », ont créé une grande curiosité et, chez beaucoup, une profonde stupéfaction. Science et Religion seraient-elles donc conciliables? Y a-t-il une compréhension scientifique de la vie et du monde plus élevée et plus certaine que celle que nous fournissent nos médiocres sens humains? Allons-nous assister à l'apothéose de l'Esprit après avoir été si longtemps les esclaves de la Matière ? Ce sont les questions qu'a traitées hier le Dr Philipon. Aujourd'hui, le Comité officiel de la « Christian Science » siégeant à Paris veut bien nous fournir quelques pensées nouvelles et exposer la pure doctrine scientifique de Mme Baker Eddy.

Monsieur,

J'ai lu avec attention l'article inséré dans *La Science et la Vie* du mois de janvier de l'éminent Dr Philipon, et, à titre de membre du Comité de Publication de la Science Chrétienne, pour la France, je me permets de vous soumettre quelques observations, et je compte sur votre parfaite amabilité et impartialité pour bien vouloir les publier.

Je commencerai par commenter les neuf paragraphes de M. le Dr Philipon indiquant le point de vue de la Science Chrétienne :

1° *Une Substance unique compose le monde.*

Il n'y a qu'une substance, l'Entendement ou l'Intelligence infinie, y compris Ses idées.

2° *Cette Substance est nécessairement parfaite.*

N'ayant conscience que de Ses idées.

3° *Une Substance parfaite ne peut être que spirituelle.*

La substance est l'Esprit même, et ce sont Ses idées qui sont spirituelles.

4° *La Matière n'a donc aucune existence propre, indépendante: ce n'est qu'un mode de l'Esprit.*

La matière n'est point une création, ni un mode de l'Esprit. L'Esprit, l'Entendement infini ne peut se manifester que par Ses idées parfaites. La matière n'a qu'une existence fictive, n'est que l'objection de la pensée humaine, c'est-à-dire de l'Esprit mortel.

Elle est illusoire, c'est ce qui semble être et n'est pas; elle est non intelligente, non existante et n'a ni pouvoir, ni présence ou principe.

5° *Ce Mode est radicalement détestable en raison de la Multiplicité et la Diversité inhérentes à sa nature. De l'Absolu et du Parfait, la Substance tombe ainsi dans l'Imparfait et le Relatif.*

L'Absolu, qui est l'Esprit, l'Entendement, l'Intelligence infinie, est la vérité et ne peut jamais changer sans quoi Il ne serait pas parfait, attendu qu'Il aurait un caractère changeant, c'est-à-dire qu'Il n'aurait point de stabilité; c'est conclure qu'il y aurait un autre pouvoir capable de Le faire changer; Il ne serait pas infini. Voir *Science et Santé* avec la Clef des Ecritures, par Mme Mary Baker Eddy, page 336, lignes 1 à 6 : l'Entendement est le Je Suis, ou l'infinité. L'Entendement ne rentre jamais dans le fini. L'intelligence ne passe jamais dans la non-intelligence, ou la matière. Le bien n'entre jamais dans le mal, l'illimité dans le limité, l'éternel dans le temporel, ni l'immortel dans la mortalité.

6° *Par ce mode, l'Esprit, qui, en vertu de son Indivisibilité, se trouve en Entier dans Tout (God is all in all), entre en opposition avec*

lui-même sous une infinité de Formes hiérarchisées les unes par rapport aux autres.

L'Esprit, l'Entendement ou Intelligence infinie étant Tout en Tout, est toujours harmonieux et ne peut jamais entrer en conflit avec Lui-même ni avec ses idées parfaites.

7° *Il perd le souvenir de sa Perfection originelle. L'égoïsme crée la Lutte, le Mal, la Mort.*

L'Esprit ne perd jamais sa perfection. L'Entendement ou Intelligence infinie n'est consciente que de Ses idées toujours présentes et parfaites. La lutte, le mal, la mort n'étant que le résultat de la croyance humaine *de la vie dans la matière.*

8° *Pour retrouver sa Perfection essentielle, l'Esprit doit tendre à abandonner le Concept Matière et chercher à se percevoir selon un Mode qui ne porte plus atteinte à son Unité substantielle (Réalisation parfaite: Jésus).*

L'Esprit, l'Entendement ou Intelligence infinie ne change jamais, c'est le Principe divin ; c'est le mortel qui doit abandonner sa conception matérielle et qui doit acquérir la compréhension du Christ (c'est-à-dire la compréhension spirituelle et scientifique qu'avait Jésus).

9° *En attendant, la reconnaissance de son Unité transcendantale transforme son Egoïsme en Altruisme; substitue à la Lutte l'Entr'aide, et, finalement, ramène dans le Monde et dans chaque Organisme individuel l'harmonie suprême, condition* sine qua non *de la Santé et du Bonheur.*

Quand l'homme comprend son être spirituel, comme étant l'idée de l'Intelligence ou Entendement infini, cette compréhension fait disparaître la croyance dans la matière, qui avait jusqu'alors obscurci les faits scientifiques et spirituels de l'existence, et cette compréhension nouvelle amène la santé et le bonheur, car, le corps n'étant que la manifestation de cette croyance dans la matière, il s'ensuit que le changement mental qui se produit quand la compréhension spirituelle de son être lui apparaît, produit son effet salutaire sur le corps.

Ceci démontre également que les guérisons de la Science Chrétienne n'ont pas de rapport avec les guérisons obtenues par la foi, comme celle à laquelle M. le D[r] Philipon fait allusion concernant la malade de M. le D[r] Carel, quoique cette guérison fût le résultat du changement mental produit par la foi, mais sans la compréhension scientifique et spirituelle.

La Science Chrétienne n'a aucun rapport avec le spiritualisme, ni l'occultisme, car c'est une Science absolument exacte et logique. Son principe n'admettant qu'un seul Esprit ou Entendement infini, n'admet pas qu'il existe en réalité d'autres esprits ou entendements, et, par conséquent, pas de contrôle par ces soi-disant esprits ou entendements finis. Lire dans *Science et Santé*, avec la Clef des Ecritures, le chapitre intitulé « la Science Chrétienne contre le Spiritisme ».

L'idée de M. le D[r] Allendy sur la Science Chrétienne n'est guère conforme aux enseignements de la Science Chrétienne.

Le docteur nous dit que le monde est dirigé par deux catégories de forces, l'une blanche et l'autre noire; il prend donc comme base deux causes premières.

La Science Chrétienne déclare qu'il ne peut y avoir qu'une Cause Première ou Principe infini (l'Entendement ou Intelligence infinie); cet Entendement étant la seule cause, il ne peut y avoir d'effet d'aucune autre cause ; cet effet étant Ses idées qui sont comme Elle, et qui, par conséquent, sont spirituelles et non pas matérielles.

L'homme est la création, l'idée, l'image de l'Entendement infini, il est donc spirituel et non pas matériel, et c'est la compréhension de cette vérité, comme je l'ai expliqué ailleurs, qui produit le changement mental qui a comme résultat la guérison. J'ajouterai que la matière par elle-même n'ayant point d'intelligence, ne peut souffrir, ni ressentir de plaisir.

La Science Chrétienne est le héraut d'une nouvelle ère dans l'histoire du monde, projetant la lumière de l'Entendement suprême sur les conditions chaotiques de l'humanité.

Les résultats des essais d'un système prouvent sa valeur ou sa non-valeur. Après des siècles d'adhérence aux vieilles méthodes de médecine, de religion et d'éthiques sociales et politiques, nous trouvons les particuliers et les nations en désaccord dans leurs idées et leurs actions.

Il y a cinquante ans environ, M[me] Eddy, voyant la discorde et le désespoir partout, l'idéal humain non accompli malgré les efforts les plus sincères, consacra sa vie à chercher un principe, une règle permanente dont pourrait dépendre la solution de tous les problèmes.

Elle vit que l'heure des penseurs avait sonné, et depuis ce temps-là, l'attention de millions de personnes a été attirée par la Science Chrétienne, et le monde commence à penser d'une manière nouvelle et sans précédent.

Le mot « man » (homme) trouve son origine dans le « Sanscrit », « man » signifiant penser. Il est impossible de penser dans le vrai sens

du r. ɔt sans un Principe penseur, ce Principe penseur est l'Entendement infini, et Il s'exprime parfaitement par les idées qui Le révèlent; ces idées sont inhérentes dans Sa nature et Ses caractéristiques.

La Science Chrétienne est la science de penser justement ou correctement; en in, scientifiquement, elle est basée sur l'évidence même et non pas sur le témoignage physique à qui on ne eut se fier.

Sa logique est sans défaut et ses faits sont axiomatiques. Elle offre au monde un principe permanent, positif et sur lequel on peut se fier, qui a, d'ailleurs, toujours existé, mais qui n'était pas à la portée de l'humanité avant la découverte de la Science Chrétienne.

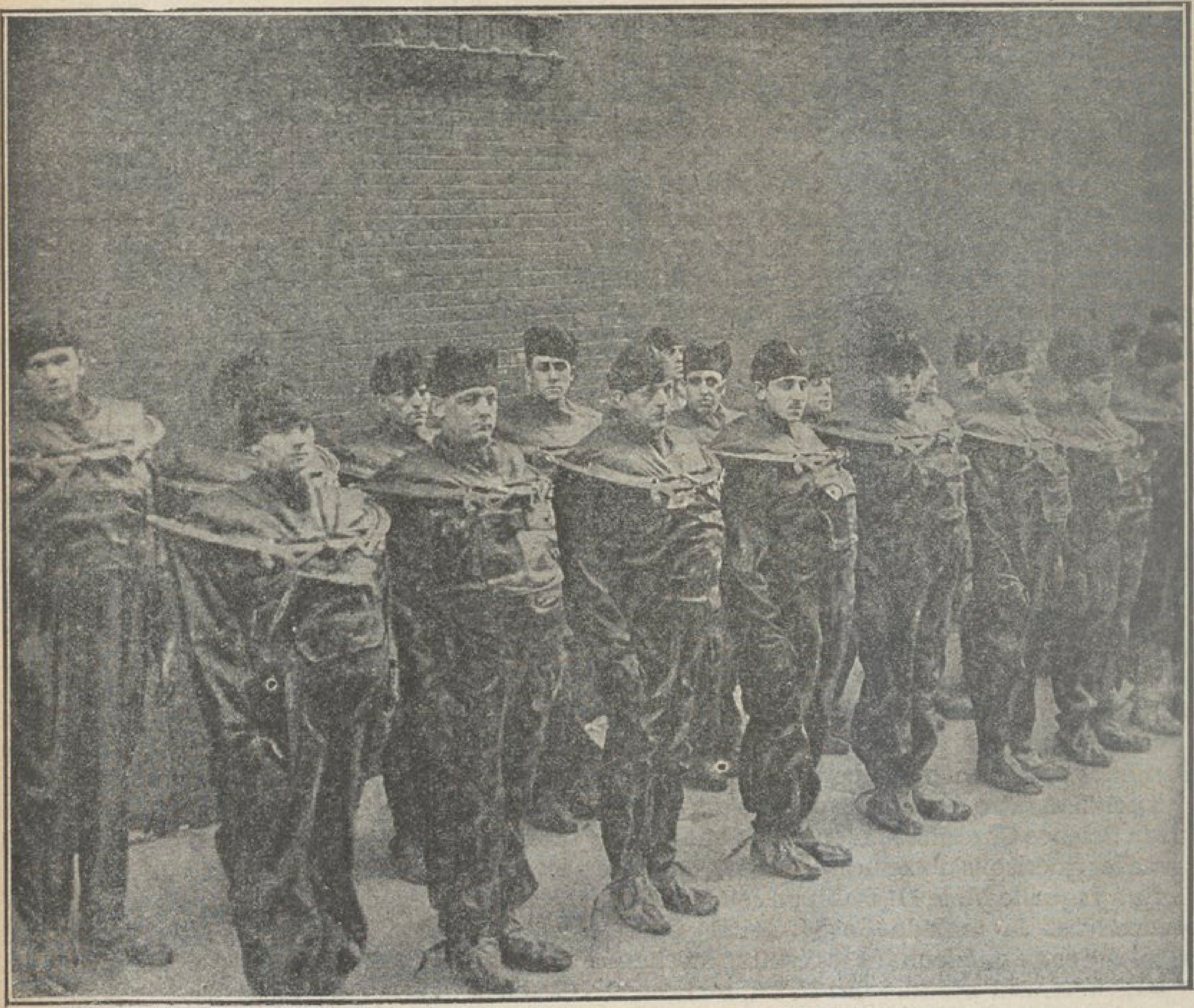
Ses faits sont aussi démontrables que ceux des mathématiques, et peuvent être démontrés avec une précision scientifique dans les plus petits détails des problèmes de la vie.

La Science Chrétienne est scientifique et métaphysique et la moindre déviation de son principe et de ses règles la rend nulle.

La Science Chrétienne corrige et ajuste « tout ce qui est injuste dans les codes sociaux civils, criminels, politiques et religieux ; établit l'égalité des sexes, annule la malédiction qui pèse sur l'homme et ne laisse rien subsister qui puisse pécher, souffrir, être puni ou détruit ». (Voir *Science et Santé*, page 340.) Veuillez agréer, etc.

Mary Lascelle Struve.

LE VÊTEMENT DE SAUVETAGE DES SOLDATS AMÉRICAINS



Ce vêtement imperméable, à l'usage des soldats envoyés en Europe par les Etats-Unis, peut être rapidement gonflé au moyen d'une valve dans laquelle on souffle avec la bouche. Non seulement supporte-t-il celui qui en est revêtu, mais il peut encore maintenir quatre ou cinq personnes à la surface. Les « sammies » embarqués sur le Tuscania, *torpillé sur la côte d'Irlande le 5 février, portaient tous ce vêtement de sauvetage.*

CHRONOLOGIE DES FAITS DE GUERRE SUR TOUS LES FRONTS

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celles où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro)

FRONT FRANCO-ANGLAIS

Décembre 1917

Le 7. — *Deux échecs allemands dans la région de Bezonvaux.*

Le 9. — *Vif combat vers Bezonvaux; l'ennemi se retire, après des pertes sensibles.*

Le 10. — *Echec allemand au bois Le Chaume. — Les Anglais réussissent plusieurs coups de main sur le front de Cambrai.*

Le 12. — *Forte attaque allemande repoussée, contre les positions britanniques de Bullecourt.*

Le 16. — *Echec d'une attaque allemande en Champagne, à l'ouest du mont Cornillet.*

Le 20. — *Une forte attaque allemande est repoussée en Lorraine, au nord de Reillon.*

Le 22. — *Entre Staden et Ypres, les Allemands font reculer légèrement les Anglais sur un front de sept cents mètres.*

Le 26. — *Deux attaques ennemies échouent au bois des Caurières; nombreux tués.*

Le 30. — *Puissantes offensives allemandes au sud de Cambrai, sur un front de trois kilomètres; l'ennemi prend deux petits saillants, d'où il est bientôt chassé.*

Le 31.— *Nouvelle et violente attaque ennemie repoussée avec pertes au sud de Cambrai.*

Janvier 1918

Le 1er. — *A Méricourt, sud-est de Lens, les Anglais repoussent deux attaques.*

Le 3. — *Avance nocturne de la ligne anglaise au sud de Lens.*

Le 8. — *Heureux coup de main français à Seicheprey, en Woëvre; 178 prisonniers. — Les Allemands s'emparent de positions anglaises près de Bullecourt mais en sont délogés par une contre-attaque.*

Le 10. — *Au sud-est d'Ypres, deux régiments anglais attaquent les tranchées ennemies, font des prisonniers et ramènent des mitrailleuses.*

Le 12. — *Forte attaque ennemie repoussée au bois Le Chaume.*

Le 14. — *Heureux coup de main des Canadiens au nord de Lens.*

Le 15. — *Violente attaque allemande brisée par l'artillerie au bois Le Chaume.*

Le 20. — *Deux coups de main ennemis repoussés dans la région de Saint-Quentin. — Les Anglais dispersent une attaque au sud de Graincourt.*

Le 21. — *Nous réussissons un fort coup de main au Four-de-Paris.*

Le 23. — *Engagements de patrouilles anglaises et allemandes au sud de Saint-Quentin. — A l'est de Nieuport, après un violent bombardement, l'ennemi prend pied dans un élément avancé de la ligne française; au cours de la soirée, il en est chassé.*

Le 25. — *Echec d'un coup de main allemand au bois des Caurières.*

Le 26. — *Violente lutte d'artillerie dans le secteur du Mort-Homme.*

Le 27. — *Les Anglais repoussent une attaque ennemie au sud de Lens.*

Le 29. — *En Alsace, au sud-est de Seppois-le-Haut, nous pénétrons profondément dans les lignes ennemies.*

Le 30. — *La lutte d'artillerie s'avive dans les Vosges, faisant prévoir une grosse attaque.*

FRONT ITALIEN

Décembre 1917

Le 9. — *Accalmie sur tout le front; le communiqué signale la présence des Franco-Anglais sur la ligne de bataille.*

Le 10. — *Plusieurs attaques ennemies, dans la région d'Asiago, sont vigoureusement repoussées.*

Le 11. — *Les Austro-Allemands attaquent en masse, entre la Piave et la Brenta; malgré de lourds sacrifices, ils ne parviennent pas à faire reculer les Italiens.*

Le 12. — *Combat acharné à l'est de la Brenta; malgré ses énormes pertes, l'ennemi n'avance pas.*

Le 13. — *La bataille redouble de violence; avance minime de l'adversaire, acquise au prix de pertes immenses.*

Le 14. — *Les Italiens cèdent du terrain pas à pas, infligeant de lourdes pertes à l'ennemi; la bataille est furieuse de part et d'autre.*

Le 16. — *Heureuse contre-attaque italienne au col Caprile.*

Le 17. — *Echec d'une forte offensive austro-allemande au mont Solarolo.*

Le 20. — *Les Italiens reprennent le mont Asolone.*

Le 21. — *Nouvel échec ennemi au Solarolo.*

Le 23. — *Au plateau d'Asiago, dans une attaque furieuse, l'ennemi parvient à dépasser la première ligne italienne. Il est arrêté sur la seconde.*

Le 24. — *Les Italiens reprennent le terrain perdu la veille.*

Le 25. — *La bataille continue au plateau d'Asiago, sans avantage marqué.*

Le 30. — *Les troupes françaises de la division Dillemann enlèvent aux Autrichiens*

le mont Tomba, prennent 7 canons, un nombreux matériel, et font 1.400 prisonniers.

Janvier 1918

Le 9. — *Sous le feu meurtrier des batteries italiennes, les Autrichiens évacuent plusieurs positions.*

Le 14. — *Les Italiens, au mont Asolone, après un violent combat, refoulent l'ennemi en lui infligeant de lourdes pertes et s'emparent de fortes positions.*

Le 15. — *L'ennemi contre-attaque violemment dans la région du mont Asolone. Il est repoussé sur tous les points.*

Le 16. — *Nouvel échec d'une furieuse contre-attaque autrichienne, poursuivie pendant quatre heures avec de lourdes pertes.*

Le 17. — *Large attaque autrichienne à Capo Sile ; elle échoue sous le feu de l'artillerie.*

Le 20. — *Heureux coup de main français au sud de Quero. — Des contingents italiens font des incursions dans les lignes autrichiennes et ramènent du matériel et des prisonniers.*

Le 28. — *Les Italiens s'emparent de fortes positions, au plateau d'Asiago, et font plus de 1.500 prisonniers.*

Le 29. — *Poursuivant leur succès, nos alliés enlèvent le col del Rosso et le mont Val Bella; ils font encore un millier de prisonniers. En deux jours, ils ont pris 6 canons, 100 mitrailleuses et 200 officiers.*

SUR MER

Décembre 1917

Le 11. — *Un sous-marin allemand bombarde Funchal (Madère) ; morts et blessés.*

Le 14. — *Le croiseur français* Châteaurenault *est coulé en Méditerranée par un sous-marin ; dix morts ; le sous-marin est détruit.*

Le 21. — *Le vapeur armé* Stephen Furness *est coulé dans la mer d'Irlande ; 101 morts.*

Janvier 1918

Le 4. — *Le navire-hôpital* Rewa *est coulé par un sous-marin allemand dans le détroit de Bristol.*

Le 15. — *Bombardement de Yarmouth par un navire allemand ; 4 morts, 10 blessés, peu de dégâts.*

Le 20. — *Combat aux Dardanelles ; le* Breslau *est coulé et le* Gœben *s'échoue ; les Anglais perdent le monitor* Raglan ; *les contre-torpilleurs* Tigress *et* Lizzard *mettent en fuite le contre-torpilleur turc venu au secours des navires allemands. — Sur la côte du Jutland, deux contre-torpilleurs allemands sautent sur des mines.*

Le 21. — *Le navire espagnol* Victor de Chavarri *est coulé par un sous-marin allemand.*

Le 23. — *Le transport* Drôme *coule sur une mine, en vue de Marseille, ainsi que le chalutier* Kerbihan ; *quarante victimes.*

Le 26. — *Les Allemands coulent le bateau espagnol* Giralda. *Ce fait donne lieu à une protestation du gouvernement de Madrid.*

Le 29. — *Le* Gœben, *remis à flot, rentre dans les Dardanelles.*

Février

Le 5. — *Le* Tuscania *transportant des troupes américaines en Europe est torpillé au large des côtes d'Irlande : 167 victimes.*

DANS LES AIRS

Décembre 1917

Le 11. — *Les aviateurs anglais bombardent les docks de Bruges.*

Le 19. — *Six groupes d'avions allemands attaquent Londres ; quelques appareils seulement survolent la ville; 10 morts et 70 blessés. — L'aérodrome allemand d'Engel est bombardé efficacement par des aviateurs anglais.*

Le 24. — *Bombardement de Mannheim par une escadrille anglaise.*

Le 28. — *Un zeppelin tombe enflammé dans la mer du Nord. — Premier bombardement de Padoue par des aviateurs autrichiens.*

Janvier 1918

Le 1er. — *Le sous-lieutenant Guérin et le lieutenant Hugues sont cités, chacun d'eux pour sa dixième victoire.*

Le 3. — *Madon abat son 23e avion.*

Le 15. — *Bombardement des aciéries de Thionville par une escadrille britannique.*

Le 20. — *Le sous-lieutenant Fonck abat son vingt et unième avion.*

Le 23. — *Le communiqué signale que, dans les vingt premiers jours de janvier, vingt-neuf appareils allemands ont été abattus sur le front français.*

Le 24. — *Des aviateurs anglais bombardent Mannheim, Trèves et Sarrebrück.*

Le 25. — *Nous bombardons les établissements militaires de Longuyon, Thionville et Fribourg-en-Brisgau.*

Le 28. — *Raid de gothas sur Londres ; 47 morts et 169 blessés. — Il est constaté que Fonck a abattu vingt et un avions.*

Le 30. — *Attaque de Paris, à 11 h. 30 du soir, par quatre escadrilles d'avions ennemis ; 58 tués, 207 blessés; un appareil allemand est descendu près de Chelles.*

Le 31. — *Nungesser abat son trente et unième avion.*

ERRATUM. — Au verso de notre couverture, nous donnons le portrait de sir Herbert Lawrence, en indiquant qu'il a été nommé chef d'état-major général des armées britanniques. Cette nomination n'a pas été maintenue et, en réalité, c'est le général Wilson qui remplace le général Robertson à la tête de l'état-major du maréchal Douglas Haig. Nous donnerons dans notre prochain numéro le portrait du général Wilson.

Le gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. Verdier, 18, rue d'Enghien.

LA NOUVELLE REPUBLIQUE DE FINLANDE

Dans la première semaine de novembre 1917, les Finlandais décidaient de se séparer de la Russie et d'ériger leur pays en république indépendante. Le nouvel état démocratique a été reconnu successivement par la plupart des puissances européennes.

Le prochain numéro de "La Science et la Vie" paraîtra en mai 1918

Les Editions de la Renaissance du Livre
78, Boulevard Saint-Michel, Paris (VIe)

2 fois par Mois

"IN EXTENSO"

Publie un ROMAN ILLUSTRÉ

UN Franc

DERNIERS PARUS :

MAXIME FORMONT . . . Le Sacrifice.
MAURICE MONTÉGUT : Les Clowns.

Collection à 4 francs

DERNIERS PARUS :

CHARLES DERENNES. . . **Leur Tout Petit Cœur**
Cent Illustrations de YBA

MARCEL BOULANGER : **Charlotte en Guerre**
Livre spirituel dont l'émotion se voile sous un sourire.

BIBLIOTHÈQUE INTERNATIONALE DE CRITIQUE

à 2fr.50 le Volume

DERNIERS PARUS :

MARCEL BOULANGER . Ecrit le Soir.
CAMILLE MAUCLAIR. . . Rodin.
ALBERT MOCKEL. . . . Verhaeren.

Envoi gratuit du Catalogue Général sur demande.